Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 4 (ZWEITES FEBRUARHEFT)** **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Moderne Untersuchungen über die Struktur der Milchstraße. Von J. H. OORT 73

OKEN und THIERSCH als Gegner in der Schulreform. Eine historische Erinnerung. Von W. BREDNOW 80

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Verbesserte Daten für die mittlere Sonnenfleckenkurve. Von W. GLEISSBERG 82

On the derivation of FRIEDMANN's Solution for a new cosmological Model. I. Von R. L. BRAHMACHARY 82

Beobachtung einer Erhöhung des Streuvermögens von Atomen gegenüber Elektronenstrahlen unter Elektronenbeschuß. Von W. SCHEFFELS, B. v. BORRIES und F. LENZ 83

Antimongehalt und Halbleitereigenschaften synthetischer Bleiglanzphotoelemente. Von H.-G. SMOLCZYK 84

Ortskorrelation der Außenelektronen bei einigen Actinidengittern. Von K. SCHUBERT 84

Eine neue Meßmethode zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeiten in Gesteinsproben. Von E. MÜLLER 85

Negative Ionen bei Dissoziation von SO_2 durch Elektronenstoß und die Elektronenaffinität von SO. Von H. NEUERT und O. ROSENBAUM 85

Elektronenoptischer Nachweis großer Perioden bei Kunststoff- und Cellulosefasern. Von K. HESS und H. MAHL 86

Die Isolierung des Pseudohypericins. Von H. BROCKMANN und G. PAMPUS 86

Besonderheiten im Reduktionsablauf bei p-Dinitrobenzol. Von L. HOLLECK und H. SCHMIDT 87

Photolysis of Methionine in Presence of Photocatalysts. Von K. V. GIRI, G. D. KALYANKAR and C. S. VAIDYANATHAN . 88

Regulationseffekte von Salzen gegenüber Fermenten. Von W. SCHELER, L. WALLIS and F. JUNG 88

Über einen neuen Inaktivator des Kallikreins in Eiklar. Von E. WERLE, M. M. FORELL und L. MAIER 89

Die Beeinflussung des Radiumeffektes in den Wurzelspitzenzellen von *Vicia faba equina* durch Megaphen. Von K. PETERS 89

Über die Beziehungen zwischen den fettbildenden Grana und typischen Mitochondrien in den Zellen von *Oospora lactis*. Von M. STEINER und H. HEINEMANN 90

Atypical anaphase figures in normal myelocytes involved in the formation of various types of leukocyte nuclei. Von R. KINOSITA, S. OHNO and J. P. WARD 91

Zur rhythmischen Koordination motorischer Einheiten. Von H.-J. HUFSCHMIDT 91

Aktivitätsperiodik der Maus im künstlich verkürzten Tag. Von B. TRIBUKAIT 92

Zum Nachweis kugelförmiger Partikeln im Staubniederschlag. Von J. HOPPE und H. ZIMMERMANN 93

Vorgänge bei thermischer Behandlung und plastischer Deformation in an Eisen übersättigten Kupfer-Eisen-Legierungen. Von H. WIEDERSICH 94

RAMAN-Spektren einiger Schwefel-Stickstoff-Verbindungen. Von H.-J. HOFMANN und K. R. ANDRESS 94

RAMAN-Spektren von Metaphosphaten. Von H.-J. HOFMANN und K. R. ANDRESS 94

Ionengehalt und Eigenschaften von Protaminkomponenten. Von R. K. ZAHN und W. STAMM 95

Beobachtungen über den Austritt von Chromatin ins Plasma bei der Keimzellenreifung eines Nematoden. Von A. WESSING 95

Analgetika und „protektives" System. Von O. SCHAUMANN . 96

Gegenstromverteilung

Von Privatdozent Dr. **H. M. Rauen** und Dr. **W. Stamm.** (Anleitungen für die chemische Laboratoriumspraxis, Bd. VI.) Mit 65 Abbildungen. VII, 81 Seiten. 1953. DM 12.80

Inhaltsübersicht: I. Einleitung. II. Der Nernstsche Verteilungssatz. III. Theorie der Verteilung. IV. Experimentelle Bestimmung des Verteilungskoeffizienten und Analyse von Gegenstromverteilungen. V. Das Verfahren. VI. Die verschiedenen Methoden der Gegenstromverteilung. VII. Die mathematische Behandlung der Gegenstromverteilung. VIII. Die Leistungsfähigkeit der Gegenstromverteilung. IX. Anwendungsbeispiele. Literatur. Sachverzeichnis.

Die Gegenstromverteilung, eine Methode, die erst vor wenigen Jahren in den USA entwickelt wurde, ist heute aus dem Schatz der Laboratoriumsmethoden nicht mehr wegzudenken. Sie erlaubt die Trennung winziger Mengen von Substanzgemischen ohne Veränderung der Komponenten und hat in der analytischen, organischen, biologischen Chemie, aber auch in der präparativen Chemie (Chemie der Naturstoffe!) tausendfache Anwendung gefunden. In vorliegender Monographie, der ersten über diesen Gegenstand überhaupt, entwickeln die Verfasser die theoretischen Grundlagen und geben, gestützt auf zahlreiche praktische Beispiele, die unmittelbar nachgearbeitet werden können, einen Überblick über den Bereich der Anwendbarkeit der Methode.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11,25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:

Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London, N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Wissenschaftliche Zeitschriften zu kaufen gesucht

Die Naturwissenschaften
Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie
Justus Liebigs Annalen der Chemie
Helvetica Chimica Acta
Petroleum

seit Erscheinen.

Ferner Zeitschriftenserien über Chemie (speziell Kunststoffe, Gummi, Petroleum, Teer, Asphalt, Farben und Lacke) Physik, Naturwissenschaften in allen Sprachen.

Fachbücher-Vertrieb G.m.b.H., Basel (Schweiz)
Schützenmattstr. 43

Allgemeine Physiologie

Von

Albrecht Bethe

Professor emeritus
an der Universität Frankfurt a. Main

Mit 159 Abbildungen. VI, 294 Seiten. 1952

Ganzleinen DM 29.70

Springer-Verlag / Berlin · Göttingen · Heidelberg

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 41 Heft 4 (Zweites Februarheft) 1954

Moderne Untersuchungen über die Struktur der Milchstraße.

Von J. H. Oort, Leiden.

Die Tausende von Sternen, die man am Himmel erblickt, und ebenso die Milliarden von Sternen, die man mit den großen Teleskopen beobachten kann, gehören zusammen zu einem gigantischen Schwarm. Man nennt diesen Schwarm das Milchstraßensystem. Es hat die Form einer Scheibe. Die Sonne befindet sich fast genau in der zentralen Fläche dieser Scheibe. Die Scheibenfläche fällt zusammen mit der Milchstraße. Das schwache Leuchten der Milchstraße rührt her von weit entfernten Sternen in der Scheibe.

Schon seit einigen Jahrzehnten kennt man näherungsweise die Dimensionen des Milchstraßensystems und die Lage der Sonne in bezug auf das Zentrum des Schwarms.

Fig. 1 zeigt einen stark schematisierten Durchschnitt. Der Abstand der Sonne (die durch einen kleinen Kreis angegeben ist) vom Zentrum ist ungefähr 25000 Lichtjahre, die totale Masse des Systems kann rund 10^{11} Sonnenmassen gleichgesetzt werden.

Wie es die platte Form schon vermuten läßt, rotiert das Milchstraßensystem um eine Achse lotrecht zur Scheibe, und zwar im Winkelmaß um so schneller, je mehr man sich der Achse nähert.

Das System besteht hauptsächlich aus *Sternen*, also aus sehr heißen und dichten Gaskugeln, die im allgemeinen in Masse, Temperatur, Größe und Zusammensetzung der Sonne ähnlich sind. Vielleicht 20% der Materie ist *nicht* in Sternen zusammengeballt, sondern befindet sich in ausgedehnten Wolken von sehr dünnem Gas. Diesen Wolken sind kleine feste Partikeln beigemischt, die, ebenso wie die festen und flüssigen Teilchen in atmosphärischen Wolken, eine starke lichtabsorbierende und -zerstreuende Wirkung haben. Man sieht die Wolken denn auch oft als dunkle Gebilde gegen den Hintergrund entfernter Sterne. Diese Dunkelwolken haben die Untersuchung des Milchstraßensystems ungeheuer erschwert.

Das Sternsystem enthält auch Stern*anhäufungen* verschiedener Größe. Die merkwürdigsten sind die sog. kugelförmigen Sternhaufen. Diese enthalten je vielleicht 100000 Sterne. Ungefähr 100 Kugelhaufen sind bekannt. Das ganze Milchstraßensystem dürfte 150 dieser Haufen enthalten. Nun zeigt sich etwas ganz Merkwürdiges. Die kugelförmigen Sternhaufen sind nämlich nicht in einer platten Scheibe angeordnet wie die einzelnen Sterne, sondern sie sind fast kugelsymmetrisch um das Milchstraßenzentrum verteilt.

Die Untersuchungen des vergangenen halben Jahrhunderts waren darauf gerichtet, die allgemeine Verteilung der Sterne im Raum und die allgemeinen Gesetze ihrer Bewegungen zu erforschen. In den letzten Jahren hat sich allmählich das Interesse daneben auch ausgedehnt auf Fragen nach der Entstehung und Entwicklung des Milchstraßensystems und der in ihm enthaltenen Sterne.

Die Unterschiede in der Anordnung verschiedener Arten von Sternen müssen eng mit diesen Fragen verknüpft sein. Die sphärische Anordnung der Kugelhaufen deutet z. B. darauf hin, daß diese Gebilde geformt wurden in den ersten Stadien der Abtrennung des Milchstraßensystems aus dem unregelmäßig von Gas erfüllten Universum oder, vielleicht wahrscheinlicher, in einem noch früheren Stadium, bevor die Abtrennung von Sternsystemen angefangen hatte. Die Anordnung der kugelförmigen Sternhaufen wäre dann ein Spiegelbild der wahrscheinlich *nicht* stark abgeplatteten Form des ursprünglichen Nebelstücks, aus welchem das Milchstraßensystem gebildet wurde. Die *gasförmigen* Teile der sich abtrennenden Masse mußten sich aber notwendigerweise zu einer flachen Scheibe zusammenziehen. Es scheint, daß die Mehrzahl der gewöhnlichen Sterne sich erst *nach* dieser Zusammenziehung geformt hat. Aus der Art der Sternbevölkerung der kugelförmigen Sternhaufen hat man versucht, eine Abschätzung des Alters dieser Haufen zu gewinnen. Man findet in dieser Weise, daß die Haufen sich ungefähr vor 3 Milliarden Jahren geformt haben müssen. Das Milchstraßensystem könnte also nicht älter als 3 Milliarden Jahre sein.

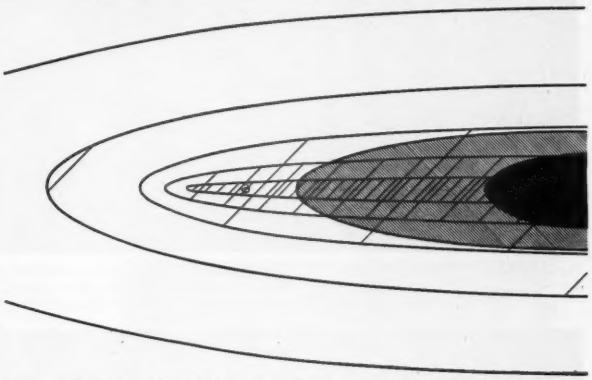


Fig. 1. Schematisches Modell des Milchstraßensystems. Schnitt lotrecht zur Milchstraßenebene durch Zentrum und Sonne mit roher Andeutung der möglichen Masseverteilung. Die Dichten in den beiden inneren Ellipsoiden sind ungefähr 2mal und 3mal so groß wie die Dichte in der Sonnenumgebung. (Aus: Astrophysic. J. **116**, 239.)

Die Zeit ist heute abend zu knapp, um auf die kosmologischen Fragen einzugehen, die sich auf die früheste Geschichte des Milchstraßensystems beziehen. Ich möchte Ihnen aber etwas mitteilen über Untersuchungen, die eng verbunden sind mit der Entwicklung in — astronomisch gesprochen — jüngster Zeit. Insbesondere möchte ich Sie unterhalten mit Problemen des *gasförmigen* Teils des Milchstraßensystems.

Das sog. interstellare Gas besteht größtenteils aus Wasserstoff und Helium. Man schätzt, daß ungefähr 80% der Masse atomarer Wasserstoff sind. Die Atome schwererer Elemente machen alle zusammen nur 1% der Masse aus. Die Masse der

Staubteilchen, die als Kondensationen in den Gaswolken betrachtet werden können, ist fast zu vernachlässigen. Wahrscheinlich beträgt es nicht mehr als ein Tausendstel des Gewichtes des Gases. Diese festen Teilchen sind kleiner als die Wellenlänge des Lichtes und werden praktisch vollständig vom Gase mitgeführt. Man darf deshalb wohl annehmen, daß die Verteilung von Gas und festen Teilchen in fast allen Fällen identisch ist.

Fig. 2. Kalte Wolken in Ophiuchus. Die auffallenden Dunkelwolken auf der linken Seite werden in der Mitte des Bildes im reflektierten Lichte von einigen Sternen sehr hoher Leuchtkraft in direkter Weise sichtbar. (Aufnahme von Barnard, Yerkes Sternwarte.)

Fig. 3. Nebelmassen Messier 16. Der Sternhaufen links unter der Mitte enthält Sterne sehr hoher Leuchtkraft und so hoher Temperatur, daß ihre Strahlung die großen Wasserstoffwolken in der Nähe ionisiert und zum Leuchten anregt. Die so erhitzte Gasmasse scheint sich in die umgebenden kalten Wolken auszudehnen und diese dabei zu komprimieren. Man sieht, wie verschiedene halbdunkle Zungen von sehr dichtem Gase sich in die heißen Massen hineinstrecken. Merkwürdig sind die starkleuchtenden Ränder, die an den Grenzen zwischen heißem und kaltem Gas auftreten. (Aufnahme von Humason mit dem 200 Zoll-Reflektor auf Mount Palomar.)

Man kann die interstellare Materie in verschiedenen Erscheinungsweisen beobachten. Wegen der stark absorbierenden Wirkung der festen Teilchen zeichnen die dichteren interstellaren Wolken sich ab als dunkle Gebilde gegen den Hintergrund schwacher Sterne. Zuweilen, wenn sich zufällig ein Stern von genügend hoher Leuchtkraft in der Nähe einer solchen Wolke befindet, kann man die Wolke auch als leuchtenden Nebel, leuchtend durch das reflektierte oder zerstreute Sternlicht, wahrnehmen. Hat ein solcher Stern eine sehr hohe Temperatur, so kann seine Strahlung auch den *gasförmigen* Teil der Wolke zum Leuchten bringen. Die Sternstrahlung ionisiert dann den Wasserstoff und erhitzt die Wolken, die gewöhnlich eine Temperatur von nur 100° absolut haben, bis zu ungefähr 10000°. Man beobachtet dann ein Spektrum von Emissionslinien, unter welchen die sog. Balmer-Linien von Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Die heißen Gaswolken emittieren aber auch *kontinuierliche* Strahlung, die sich speziell im Gebiete der kurzen Radiowellen gut beobachten läßt.

Die Verteilung des interstellaren Mediums ist äußerst unregelmäßig. Auch die Bewegungen sind unregelmäßig, mit chaotisch verteilten Strömungen. Man hat diese wohl verglichen mit den erratischen Strömungen in einer turbulenten Flüssigkeit. Die Dichteschwankungen im interstellaren Gase sind aber so groß und geben diesem einen Charakter, der so verschieden ist von demjenigen turbulenter Strömungen, daß es sehr fraglich erscheint, ob

die interstellaren Erscheinungen viel mit Turbulenz zu tun haben. Eine Beschreibung, bei der man sich die Materie in mehr oder weniger unabhängigen und ziemlich scharf begrenzten Wolken denkt, scheint mir vorzuziehen zu sein.

Die Formen dieser Wolken sieht man am besten, wenn man sie als Dunkelwolken gegen einen leuchtenden Hintergrund projiziert sieht. Die Wolken sind sehr verschieden in Größe und Dichte. Eine mittlere Wolke dürfte einen Durchmesser von 30 Lichtjahren, eine Dichte von 10 Atomen pro cm^3 und eine Gesamtmasse von 100 Sonnenmassen haben. Die Dichte zwischen den Wolken ist äußerst unsicher bekannt; man schätzt sie auf ein Hundertstel der Dichte in den Wolken.

Die Frage nach der Ursache dieser wolkenartigen Struktur und den unregelmäßigen Bewegungen der Wolken ist noch ungelöst. Sie ist aber *dringend*, denn die Wolkenbewegungen werden in astronomisch gesprochen kurzer Zeit durch Zusammenstöße ausgelöscht.

Außer der eben skizzierten Wolkenstruktur gibt es auch viel feinere ebenso wie viel gröbere Strukturen.

Die Wolken scheinen sich hier und da zu häufen. Solche Konglomerate findet man z. B. in den Sternbildern Taurus und Ophiuchus (Fig. 2). Ihre Gesamtmassen dürften das 30000fache der Sonnenmasse betragen.

Mitunter scheinen die Verhältnisse in einer solchen Anhäufung von Wolken die Konzentration des dünnen Gases zu einem kleinen Sternhaufen mit Sternen von großer Masse und Leuchtkraft möglich zu machen. Ein solcher neugeformter Haufen enthält gewöhnlich einen oder mehrere sehr heiße Überriesen, die man O-Sterne nennt. Die Geburt dieser O-Sterne veranlaßt eine große Veränderung in dem umliegenden Medium. Die Wasserstoffwolken, die ursprünglich eine absolute Temperatur von rund 100° hatten, werden ionisiert, wobei sich Temperatur und Gasdruck auf das Hundertfache erhöhen. Wenn sich der Wolkenkomplex auch noch über den ionisierten Teil hinaus erstreckt, wie es oft vorzukommen scheint, so werden die äußeren kühlen Teile von dem großen Überdruck im Innern zusammengepreßt, und sie können dabei gleichzeitig ansehnliche, nach außen gerichtete Geschwindigkeiten erhalten. Es ist verführerisch, zu denken, daß diese Kompression ihrerseits die Bildung von jungen Sternen veranlassen wird. Es gibt Erscheinungen, die darauf hinzudeuten scheinen, daß wirklich in dieser Weise Sterne gebildet werden.

Da die komprimierten Wolken mit ziemlich großen Geschwindigkeiten hinausgestoßen werden, müßten die in ihnen gebildeten Sterne eine auseinanderlaufende Gruppe formen. Es ist nun interessant zu sehen, daß viele, vielleicht sogar die meisten jungen Sterne in solchen auseinanderlaufenden Familien angetroffen werden. Diese merkwürdige Erscheinung ist zum ersten Male von dem russischen Astronomen AMBARTZUMIAN vorausgesagt worden. Als er seine Theorie aufstellte, hatte er keine Andeutung über die Ursache der Erscheinung, auch hatte er keine direkten Beobachtungen von solchen Expansionen. Neuerdings ist es Herrn BLAAUW in Leiden gelungen, in zwei Fällen die Expansion direkt festzustellen, nämlich in einer Gruppe im Perseus (um ζ und o Persei), wo die mittlere Expansionsgeschwindigkeit 12 km/sec beträgt, und in einer reichen Gruppe in Lacerta. Im ersten Falle müssen die Sterne vor etwas mehr als 1 Million Jahren geboren sein, im letzten Falle vor rund 4 Millionen. Verglichen mit dem Alter des Sternsystems, sind das sehr kurze Zeiten. Diese Erscheinungen sieht man in Fig. 3—5 illustriert.

N

W

Fig. 4. Nebelmassen um den Sternhaufen NGC 2244 in Monoceros. [Aus: Publ. Astronomical Soc. Pacific **61**, 151 (1949).]

N

W

Fig. 5. Nordwestlicher Teil des gleichen Nebels in vergrößertem Maßstab. Man sieht in den sehr stark absorbierenden unregelmäßigen dunklen Teilen die Kompression des kalten Gases und des Staubes unter dem Einfluß des hohen Druckes der erhitzten leuchtenden Massen. Die kleinen dunklen rundlichen Flecken sind sog. Globulen und dürften die ersten Stadien der Sternbildung sein. [Fig. 4 und 5 sind Aufnahmen mit dem 48 Zoll-SCHMIDT-Teleskop auf Mount Palomar; nach MINKOWSKI, Publ. Astronomical Soc. Pacific **61**, 151 (1949)].

Es ist zu erwarten, daß nur ein kleiner Bruchteil der ausgestoßenen Wolken sich zu Sternen kondensieren wird. Der Rest wird sich in der Form individueller Wolken entfernen, im allgemeinen mit ziemlich großen Geschwindigkeiten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dies der Mechanismus ist, der die Geschwindigkeiten der interstellaren Wolken liefert.

Fig. 6. Das Spiralsystem Messier 81 (NGC 3031) nach einer Aufnahme mit dem 100 Zoll-Reflektor der Mount Wilson-Sternwarte.

Fig. 7. Das Spiralsystem NGC 4565. Aufnahme mit dem 60 Zoll-Reflektor auf dem Mount Wilson.

So spannend die Untersuchungen über die Geburt der Sterne auch sind, ich muß mich heute abend doch auf diese kurze Skizze beschränken. Denn ich wollte Ihnen hauptsächlich von einem davon etwas verschiedenen Aspekt des Entwicklungsvorgangs erzählen, von einem Aspekt, der zusammenhängt mit der Entwicklung des Milchstraßensystems als eines Ganzen.

Wir wollen zunächst den Blick etwas weiter hinaus richten. Das Milchstraßensystem ist nicht der einzige Sternschwarm in der Welt. Die großen Teleskope haben es ermöglicht, Millionen anderer Sternschwärme zu finden, wovon ein ansehnlicher Teil Dimensionen und Massen von derselben Größenordnung hat wie das Milchstraßensystem. Die fremden Schwärme sind weit entfernt; die nächsten unabhängigen Systeme haben eine Entfernung von 1 Million Lichtjahre. Sie sind so weit, daß man selbst mit den mächtigsten Teleskopen nur selten individuelle Sterne in ihnen beobachten kann. Deshalb nennt man sie meistens *Nebel*. Von vielen kann man aber eine Übersicht über ihre allgemeine Struktur bekommen. Und diese Übersicht ist weitaus vollständiger als das, was man vom Milchstraßensystem erblicken kann. Das rührt daher, daß die Sonne sich fast genau in der zentralen Ebene des scheibenförmigen Milchstraßensystems befindet. In dieser zentralen Ebene sind auch die interstellaren Wolken konzentriert. Diese beschränken die Aussicht in der Scheibenfläche so stark, daß man von dieser Fläche schätzungsweise nur den 20. Teil beobachten kann und diesen 20. Teil auch nur äußerst unvollständig. Diese Schwierigkeit besteht *nicht* für die Beobachtung der meisten *fremden* Sternsysteme, wo die Blickrichtung im allgemeinen geneigt ist zu den Scheibenflächen, und wo man durch die Absorption der Wolken nur wenig gehindert wird. Auch der Umstand, daß alle Teile eines fremden Sternsystems praktisch gleich weit von uns entfernt sind, macht die Strukturbeobachtung in diesem Falle viel leichter als beim Milchstraßensystem.

Die Formen der Sternschwärme, die man so erblickt, sind sehr verschieden. Ungefähr 70% haben aber eine gemeinsame Charakteristik, nämlich die, daß sie alle eine spiralförmige Struktur zeigen. Die Art der Spiralarme ist allerdings stark verschieden. Zuweilen sind sie äußerst unregelmäßig und aufgelöst und erstrecken sich durch den ganzen Schwarm. In anderen Fällen sind sie ziemlich regelmäßig und auf die äußeren Teile beschränkt. Dann wieder ist der innere Teil stabförmig, während die Spiralarme an den Enden des Stabes einsetzen.

Die Fig. 6 und 7 zeigen die Spiralnebel NGC 3031 (Messier 81) und NGC 4565. Beide dürften dem Milchstraßensystem ähnlich sein. Zwar erscheint NGC 4565, den wir von der Seite sehen, viel mehr abgeplattet als der Schnitt durch das Milchstraßensystem in Fig. 1. Das mag daher rühren, daß in letzterer Figur versucht wurde, die *Massen*verteilung anzugeben. Die Verteilung des Lichtes wäre sicher eine viel flachere.

Von der Ursache dieser merkwürdigen Spiralformen haben wir nur die schwächste Ahnung. Zwei Dinge sind aber deutlich. Erstens können sie keine stabilen Gebilde sein. In den Spiralstrukturen erblicken wir offenbar Sternschwärme, die in Entwick-

lung sind. Sie tragen sozusagen noch den Stempel ihrer Geburt. Zweitens bemerken wir, daß die Spiralformen auf engste zusammenhängen mit dem interstellaren Gase. Man scheint sie nämlich nur in solchen Systemen anzutreffen, die viel interstellares Gas enthalten. Eine bemerkenswerte Bestätigung dieser Aussage wurde kürzlich von SPITZER und BAADE gefunden. BAADE hatte beobachtet, daß in den sog. Nebelhaufen, wo viele Sternsysteme dicht nebeneinander liegen und wo man annehmen muß, daß sie sich während ihres Bestehens oft durcheinander bewegt haben, Spiralformen ungewöhnlich selten vorkommen. SPITZER und BAADE deuten das folgendermaßen: Bei den Zusammenstößen von Sternschwärmen, die in den dichten Haufen genügend oft vorkommen, werden die gasförmigen Teile aus den Schwärmen hinausgestoßen, während die relativ kleinen Sterne praktisch ungestört bleiben. Die Schwärme verlieren also ihren Gehalt an Gas und dadurch augenscheinlich auch die Möglichkeit, Spiralarme oder junge Sterne zu bilden.

Man kann sogar noch einen Schritt weiter gehen und sagen, daß die Spiralarme aus Gaswolken und relativ sehr jungen Sternen *bestehen*. Es lehrt dies die genaue Beobachtung von den näheren Sternschwärmen, z.B. des Andromedanebels, und insbesondere, wie wir sehen werden, die Beobachtung der Gasverteilung im Milchstraßensystem.

Obwohl man diesen allgemeinen Charakter des Baues der Sternschwärme so schön an den fremden Schwärmen beobachten kann, wäre es doch von großer Wichtigkeit, diese Struktur auch in unserem eigenen System studieren zu können. Man hat hier so viel genauere Daten über das Kraftfeld und speziell über die Bewegungen; man kann hier auch den Zusammenhang mit den Sternen viel besser beobachten und die Bewegungen der individuellen Sterne in den Armen bestimmen. Es ist klar, daß die Kenntnis einer eventuellen Spiralstruktur des Milchstraßensystems das Studium des Ursprungs und der Ursachen des Spiralphänomens ungeheuer fördern würde.

Bis vor kurzem hat man aber keine eindeutigen Spuren einer solchen Struktur im Milchstraßensystem aufzeigen können. Die Ursache dieses Fehlens lag wieder in der ungünstigen Lage der Sonne und der starken Extinktion des Lichtes in der Scheibenebene. Die Arme der Spiralnebel scheinen nämlich ziemlich genau in den Mittelebenen dieser immer sehr flachen Sternsysteme zu liegen. In unserer Milchstraße finden wir auch die Gaswolken und jungen Überriesen fast alle in der unmittelbaren Nähe der zentralen Ebene.

Vor 2 Jahren ist es nun zum ersten Male dem amerikanischen Astronomen MORGAN und seinen Mitarbeitern gelungen, die Existenz von langgestreckten Anhäufungen von Gasnebeln in unserer Umgebung zu zeigen, Anhäufungen, die zweifellos als Teile von Spiralarmen anzusehen sind (s. Fig. 8).

Ungefähr um dieselbe Zeit hatte die *neue* Radio-Astronomie Fortschritte gemacht, die es ermöglichten, auch in der Strahlung der kurzen Radiowellen die Spiralstruktur des Milchstraßensystems zu untersuchen. Nachdem im Jahre 1944 ein junger holländischer Astronom, VAN DE HULST, darauf aufmerksam gemacht hatte, daß die Wasserstoffatome in den interstellaren Gaswolken eine Emissionslinie von 21 cm Wellenlänge aussenden müssen und daß diese Strahlung möglicherweise genügend stark wäre, um mit dazu speziell geeigneten Empfängern gemessen zu werden, ist es vor 2 Jahren ungefähr zu gleicher Zeit EWEN und PURCELL in Amerika, C. A. MULLER in Holland und CHRISTIANSEN und HINDMAN in Australien gelungen, diese Strahlung nachzuweisen. Die Wasserstoffatome wirken wie kleine Radiosender, alle genau bei derselben Wellenlänge.

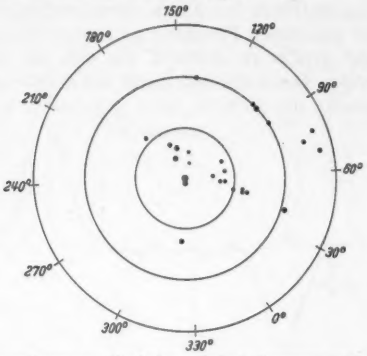


Fig. 8. Anordnung von Emissionsnebeln in langgestreckten Armen. (Nach MORGAN, SHARPLESS und OSTERBROCK.)

Wie kann man nun aus Messungen dieser Strahlung die Struktur des Milchstraßensystems kennenlernen? Um das zu verstehen, schauen wir uns noch einmal ein schematisches Bild dieses Systems an (Fig. 9).

In Fig. 9 bedeutet S die Lage der Sonne, C die des Zentrums. Die Ebene der Figur ist die Milchstraßenebene. Das System rotiert um eine Achse durch C lotrecht zu dieser Ebene, und zwar so, daß

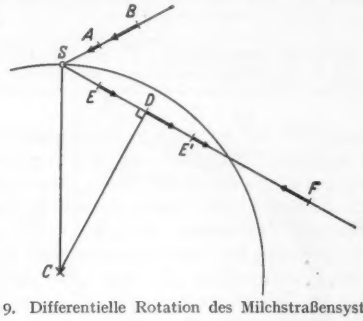


Fig. 9. Differentielle Rotation des Milchstraßensystems.

sich S nach rechts bewegt. Die inneren Teile zeigen dabei eine höhere Winkelgeschwindigkeit als die äußeren. Infolgedessen werden die Wolken bei E, D und E' schneller um das Zentrum herumlaufen als das Gas in der Sonnenumgebung und sich also allmählich weiter davon entfernen, so daß wir von uns fortgerichtete Radialgeschwindigkeiten beobachten. In dem Punkt F, der weiter vom Zentrum liegt als die Sonne, wird der Effekt umgekehrt sein. Die dortigen Wolken werden auf uns zugerichtete Radialgeschwindigkeiten zeigen. Das gleiche gilt für A und B. Weil man aus anderen Beobachtungen das Rotationsgesetz der Milchstraße näherungsweise kennt, kann man in jeder Richtung die Beziehung zwischen Radialgeschwindigkeit und Entfernung bestimmen.

Diese Geschwindigkeiten in Richtung des Radiusvektors kann man nun aus den Radiobeobachtungen

mit großer Genauigkeit durch den sog. Doppler-Effekt messen. Wenn nämlich eine Strahlungsquelle, die nur Licht- oder Radiowellen von einer bestimmten Wellenlänge oder Frequenz emittiert, auf uns zukommt, messen wir eine Frequenz, die höher ist als die wirkliche Frequenz, und zwar um einen Faktor $1 + v/c$; wenn sie sich von uns fortbewegt, wird die gemessene Frequenz niedriger. Durch die Rotation der Milchstraße wird die Wasserstofflinie bei 21 cm etwas verbreitert. Die bei einer gegebenen Frequenz gemessene Wasserstoffstrahlung gehört zu Atomen, die sich mit der entsprechenden Geschwindigkeit auf uns zubewegen, also zu Atomen, die sich in einer gegebenen, aus dem Rotationsgesetz des Systems zu bestimmenden Entfernung befinden. Mißt man nun die Intensität der Strahlung bei genau dieser Frequenz, dann mißt man eigentlich die Anzahl der Atome, die sich in der korrespondierenden Entfernung befinden. Die genaue Intensitätsmessung bei allen verschiedenen Frequenzen in der Emissionslinie gibt uns dann die Dichteverteilung des Wasserstoffs in der Richtung, in der die Beobachtung angestellt wurde.

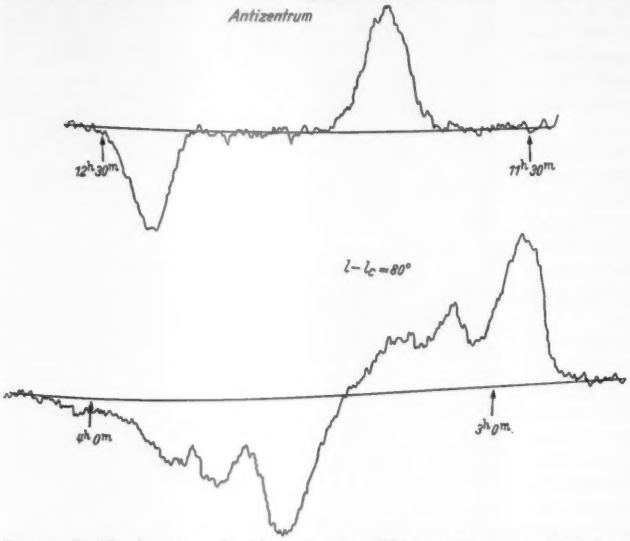


Fig. 10. Profile der 21 cm-Strahlung in einer Richtung 83° vom galaktischen Zentrum und in der Antizentrumrichtung. Die Abszisse gibt Frequenzen. Jedes Profil ist 2mal registriert worden, das zweite Mal im Spiegelbild.

Fig. 10 zeigt die beobachteten Linienkonturen für eine Richtung 83° vom galaktischen Zentrum und für die Richtung gegenüber dem Zentrum. Diese Figur würde die wirkliche Dichteverteilung des Wasserstoffs geben, falls wir mit einem genügend großen Instrument beobachteten und falls es keine Absorption im interstellaren Raume gäbe. Der große Vorteil der Messungen bei Radiowellen ist nun eben, daß im Gegensatz zu den Lichtwellen diese keine merkliche Absorption durch den interstellaren Staub erleiden. Weniger sicher ist, ob die Wasserstoffatome nicht selber die Strahlung von dahinterliegenden Atomen in merklichem Maße absorbieren. Es sind Anzeichen dafür vorhanden, daß in den meisten Richtungen auch diese *Selbstabsorption* gering ist, und wir werden sie in unseren ersten, rohen Abschätzungen vernachlässigen.

Es gibt natürlich noch viele Schwierigkeiten. Von den Schwierigkeiten der Beobachtung selbst werde ich sogleich reden. Erst nenne ich aber noch dreierlei andere Schwierigkeiten. Erstens stützen sich die Resultate auf die Annahme, daß die systematischen Geschwindigkeiten im System überall Rotationscharakter haben, also lotrecht auf der Richtung zum Zentrum stehen und in allen Richtungen bei gleicher Entfernung vom Zentrum gleich sind. Diese Annahme kann nur teilweise kontrolliert werden, nämlich durch Beobachtungen in der Richtung des Zentrums und in der gegenüberliegenden Richtung. Es hat sich gezeigt, daß in beiden Richtungen die Linienkontur ziemlich genau symmetrisch ist und daß die Wellenlänge der Mitte der Linie in beiden Richtungen nur sehr wenig abweicht von der wahren Wellenlänge der Linie. Dies zeigt, daß wenigstens in diesen beiden Richtungen keine groben systematischen Abweichungen von genauer Rotation bestehen. Zweitens sind die in den genannten Richtungen beobachteten Linien zwar symmetrisch, aber doch *verbreitert*. Die Ursache dieser Verbreiterung sind die zufälligen Bewegungen der einzelnen Wolken. Es stellt sich heraus, daß die beobachtete Breite ungefähr übereinstimmt mit dem, was man aus den in unserer Umgebung direkt beobachteten Wolkengeschwindigkeiten erwarten sollte. Diese Wolkengeschwindigkeiten verwaschen auch einigermaßen die Konturen der Emissionslinien, die in anderen Richtungen beobachtet werden. Um die wirkliche Dichteverteilung in einer gegebenen Richtung zu finden, muß man die beobachtete Dichteverteilung erst wegen dieses Effektes korrigieren. Die Korrektion ist unsicher, kann aber angenähert ausgeführt werden.

Eine letzte Schwierigkeit ist die, daß es für Richtungen, die den mehr zentralen Teil des Milchstraßensystems durchkreuzen, immer zwei Entfernungen von der Sonne gibt, wo die Geschwindigkeiten die gleichen sind (siehe z. B. Fig. 9, die Punkte E und E'). Dieser Umstand erschwert sehr die Untersuchung dieses zentralen Teils.

Um die Verteilung der Wasserstoffwolken zu untersuchen, braucht man nun genaue Konturen der 21 cm-Linie in allen möglichen Richtungen. Die Strahlung ist aber äußerst schwach. Die dieser Strahlung entsprechende absolute Temperatur ist maximal nur ungefähr 100°. Man muß aber Intensitäten messen, die mehr als 20mal kleiner sind, oder Temperaturen, die 60mal niedriger als die Temperatur des Empfängers sind. Selbst der raffinierteste Empfänger für diese Wellenlängen hat aber ein Eigenrauschen, das 10mal höher ist als das Temperaturrauschen, so daß das ankommende Signal 100mal geringer ist als das Eigenrauschen des Instruments. Es ist klar, daß man, um solche kleinen Intensitäten zu messen, außerordentlich stabile Empfänger braucht. Im Sommer 1952 war Herr Muller in Holland so weit mit der Verbesserung seines Empfängers fortgeschritten, daß er richtige Linienkonturen bekommen konnte. Die Messungen wurden dann stetig weitergeführt, so daß wir jetzt über ein ziemlich großes Material von Linienkonturen verfügen, die in der Milchstraße gemessen sind. Die Arbeit, von der ich Ihnen zum

Schluß etwas mitteilen möchte, stützt sich auf diese Beobachtungen. Sie ist gemeinschaftlich von den Herren MULLER, VAN DE HULST und mir gemacht worden.

Ich zeige Ihnen zunächst das Instrument (Fig. 11). Die größte Unvollkommenheit des Instrumentes ist die kleine Auflösung. Die Halbwertsbreite ist ungefähr 2°,7, deshalb werden alle Details furchtbar verwaschen. Der Empfänger hat eine Bandbreite von 30 kHz oder 6,3 km/sec und eine Zeitkonstante von 1 min.

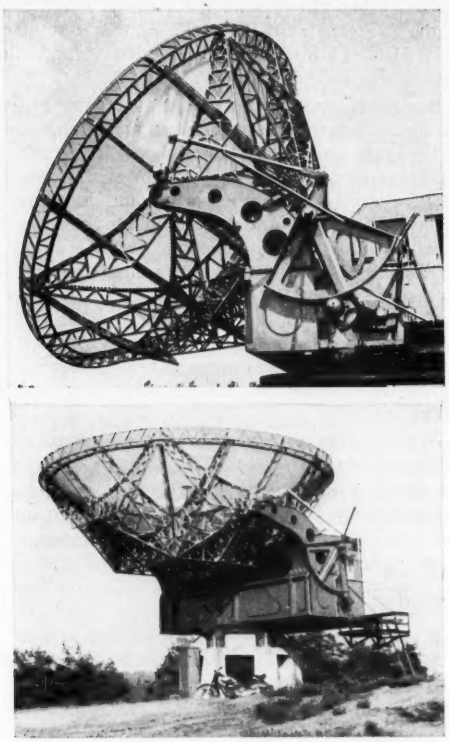


Fig. 11. Die 7,5 m-Paraboloide in Kootwijk, Holland, die für die Messungen der Wasserstoffemission bei $\lambda = 21$ cm benutzt wurde.

Fig. 12 zeigt eine Zusammenstellung von Linienkonturen für je 5° in der Milchstraßenebene. Die vertikalen Linien zeigen die Nullgeschwindigkeiten. Die Dichteverteilung, die hieraus hergeleitet ist, gibt ein Bild, das etwas schematisiert in Fig. 13 wiedergegeben ist. Wir sehen hierin erstens den Spiralarm durch die Sonne und einen Arm, der in einer Entfernung von ungefähr 8000 Lichtjahren außerhalb an der Sonne vorübergeht. Diese beiden Arme waren auch von MORGAN und Mitarbeitern gefunden worden (Fig. 8), können jetzt aber über viel größere Strecken verfolgt werden.

Unter $l = 60°$ kommt ein neuer Arm. In größeren Längen nimmt dieser die Form eines Fächers an. Obwohl die Arme teilweise fast kreisförmig sind, haben sie doch deutlich die Tendenz, sich bei niedrigeren Längen nach innen zu biegen. Die galaktische Spirale dreht sich so, daß die konvexe Seite der Arme vorangeht.

Die letzte Aussage hat wichtige Konsequenzen für die Theorie der Spiralarme.

Zum ersten Male wissen wir jetzt, daß die Spiralarme wirklich aus interstellarem Gas bestehen. Bemerkenswert ist, daß, wenigstens an vielen Stellen, der Raum zwischen den Armen *gar* kein Gas enthält.

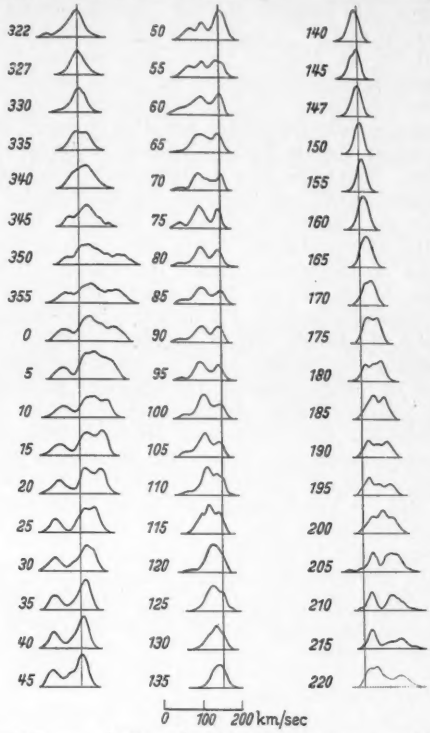


Fig. 12. Zusammenstellung der Linienkonturen für 54 verschiedene galaktische Längen.

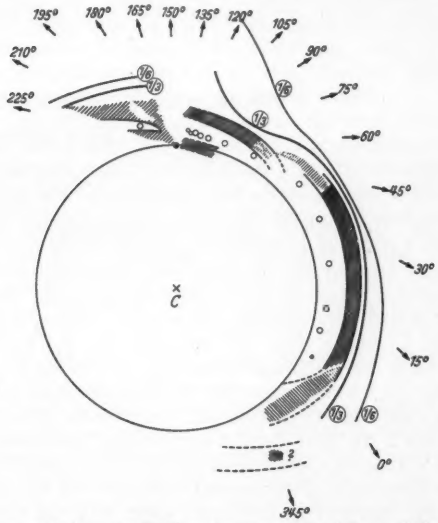


Fig. 13. Spiralarme im Milchstraßensystem. Die Sonne befindet sich in dem schwarzen Punkt auf dem Kreise oberhalb *C*. *C* ist das Zentrum des Systems. Die Mitten der leeren Zonen sind mit kleinen Kreisen angedeutet. Die beiden äußeren Konturen zeigen die Stellen, wo die mittlere Wasserstoffdichte auf ein Drittel bzw. ein Sechstel der Dichte in der Sonnenumgebung herabgesunken ist.

Die Entwirrung des inneren Teiles des Milchstraßensystems ist noch im Gang. Sie ist von größter Wichtigkeit für die Erweiterung unserer Kenntnis. Zum Beispiel kann man aus Analysen der langwelligen

Kanten der 21 cm-Linie in diesen Richtungen die Rotationsgeschwindigkeit in verschiedenen Entfernungen vom Zentrum ableiten. Aus Messungen zwischen 20 und 35° Länge kann man außerdem einen Wert für den Abstand Sonne—Zentrum und für die Rotationsgeschwindigkeit bei der Sonne herleiten, die wesentlich genauer ist als frühere Abschätzungen. Die Rotationsgeschwindigkeiten gestatten ihrerseits, etwas auszusagen über die Massenverteilung im Milchstraßensystem. Man findet so z.B., daß innerhalb des halben Sonnenabstands vom Zentrum die Massendichte ungefähr 4mal größer ist als in der Nähe der Sonne.

Die Beobachtungen liefern uns auch genäherte Zahlen für die mittlere Dichte der Wasserstoffatome in den Armen und für die gaskinetische Temperatur der Wasserstoffwolken. Für die letzte findet man 100° absolut, die Dichte beträgt ungefähr 0,9 H/cm³. Die Strahlung der Wolken wird in etwas komplizierter Weise im Gange gehalten. Die schwache Sternstrahlung ionisiert einige leichtionisierbare Atome, z.B. Kohlenstoff. Die Temperatur der so freigemachten Elektronen muß, wie SPITZER und Mitarbeiter gezeigt haben, 50 bis 100° betragen. PURCELL hat nun bewiesen, daß die Vorübergänge der freien Elektronen an Wasserstoffatomen diese genügend oft erregen, um die Anregung der 21 cm-Niveaus aufrechtzuhalten.

Der am weitesten entfernte Zweig bei $l = 50°$ liegt fast 700 Lichtjahre oberhalb der zentralen Fläche. Dies zeigt wahrscheinlich, daß die Wolken, die in den äußeren, dünnsten Teilen des Systems liegen, noch nicht gänzlich ihre Geschwindigkeiten lotrecht zur Milchstraßenebene ausgeglichen haben.

Die Beobachtung der Spiralarme im Milchstraßensystem öffnet die Tür zu einem wichtigen Untersuchungsgebiet. An erster Stelle können wir fragen, welchen Einfluß die Spiralarme auf das allgemeine Gravitationsfeld und auf die Sternbewegungen haben. Die Arme bestehen hauptsächlich aus Gas. Die Dichte dieses Gases ist ungefähr ein Fünftel der totalen Dichte, so daß der Einfluß der Arme sicher nicht zu vernachlässigen ist. Andererseits ist er auch wieder nicht so groß, daß er die allgemeine Rotation stark stört.

An zweiter Stelle ist es interessant, zu untersuchen, welche Sterne außer dem Gase in den Armen konzentriert liegen. Es ist einleuchtend, daß die ganz jungen Sterne, wie die O- und B-Sterne, in den Armen liegen müssen. Aber gilt dies auch für etwas ältere Sterne, für die A-Sterne zum Beispiel? Und wie steht es in dieser Hinsicht mit den pulsierenden veränderlichen Sternen des δ-Cephei-Typus?

Besonders wichtig ist die Frage nach der Entwicklung der Spiralarme in der Zukunft, und noch wichtiger ist die Frage nach ihrem Entstehen. In der Sonnenumgebung sind die Unterschiede in Winkelgeschwindigkeit so groß, daß man in, astronomisch gesprochen, kurzer Zeit wichtige Änderungen in der Spiralstruktur erwarten sollte. Aus der beobachteten Neigung der Arme relativ zur Tangente kann man folgern, daß, falls sie sich selbst überlassen wären, das Aussehen der Arme in 100 Millionen Jahren radikal geändert sein sollte; sie könnten erst während des letzten Umlaufs des Milchstraßensystems entstanden sein, d.h., während der letzten 7% der Existenz unseres Sternsystems.

Wie sie aber entstehen könnten, verstehen wir noch gar nicht.

Das sind Probleme für die Zukunft. Vielleicht darf man hoffen, daß die neuesten Untersuchungen uns ihrer Lösung ein wenig nähergebracht haben.

Sternwarte Leiden.

Eingegangen am 20. Juli 1953.

Oken und Thiersch als Gegner in der Schulreform.

Eine historische Erinnerung.

Von W. BREDNOW, Jena.

Die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte hat auf ihrer letzten Tagung in Essen im September 1952 in der Tat eine alte Tradition dadurch fortgesetzt, daß sie auch eine Schultagung stattfinden ließ. Der Bericht über diese Tagung[1]) gibt einen Überblick über das Anliegen und die Verantwortung, der „Höheren Schule eine Gestalt zu geben, in der die Bildungswerte der Naturwissenschaft neben denen der Geisteswissenschaft ausreichend vermittelt werden". In dem Bericht wird darauf hingewiesen, daß SCHLÖMILCH schon 1868 innerhalb der Gesellschaft eine Unterrichtsabteilung gegründet hat und daß auch in den folgenden Jahrzehnten diese Aufgabe immer sehr beachtet worden ist. Die Aussprachen und Vorträge, die auf der Tagung 1952 gehalten worden sind, lassen die Dringlichkeit des Anliegens für unsere Gegenwart sehr deutlich erkennen.

Es sei aus diesem Anlaß heraus gestattet, auf das Problem des Bildungswertes der Naturwissenschaften hinzuweisen, wie es im Rahmen eben dieser Gesellschaft zum ersten Male in den Jahren 1828—1831 gesehen und behandelt worden ist. Die damals treibenden und mit einander streitenden Kräfte waren der Münchener Altphilologe FRIEDRICH THIERSCH und der Naturforscher LORENZ OKEN, der nach seiner Amtsenthebung in Jena in diesen Jahren auch in München wirkte; als Nachtrag zum OKEN-Jahr mag dieser kurze Beitrag daher mitgeteilt werden.

Das Problem wird akut 1826, als auf der Dresdener Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte BÖTTIGER die Notwendigkeit einer neuen textkritischen Pliniusausgabe hervorhob. THIERSCH übernahm die Leitung dieser Forschungsaufgabe, bemühte sich um finanzielle Unterstützung und leitete zwei junge Forscher an, in Florenz, Paris, Spanien und England ihre Arbeiten in den folgenden Jahren aufzunehmen. Die Naturalis historia des älteren PLINIUS hat ja als Enzyklopädie nicht nur einer populären Naturkunde, sondern eigentlich einer allgemeinen Bildung bis in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts gedient. Die aufstrebende Naturwissenschaft der Aufklärungszeit gab den Impuls dazu, einerseits die

[1]) Tag. Berichte der Ges. Dtsch. Naturforscher u. Ärzte: Naturwiss. 39, 529 (1952).

PLINIUS-Ausgaben textkritisch zu reinigen und andererseits — wenigstens mittelbar — zwecks einer Schulreform die Frage zu erörtern, inwieweit den Naturwissenschaften Eingang in die Schulen verschafft werden müsse. OKEN und THIERSCH waren es, die — beide die „anerkannten Geschäftsträger in dieser Sache" — sowohl hinsichtlich der Pliniana als auch vor allem in Fragen der Schulreform in den Vordergrund rückten.

Auf der Versammlung in Berlin 1828 wurde über die schon erreichten Fortschritte der Pliniusforschung berichtet, und im letzten Heft der „Isis" vom Jahre 1829 erschien nun eine programmatische Darlegung OKENs über die „Aufnahme der Naturwissenschaften in den allgemeinen Unterricht", nachdem es 1829 auf der Tagung der Gesellschaft in Heidelberg lebhafte Diskussionen über den neuen bayerischen Schulplan gegeben hatte; dieser Plan hatte am 8. Februar desselben Jahres das kgl. Publikationspatent erhalten, nachdem einer Kommission, in deren Mitte SCHELLING und THIERSCH die wissenschaftlich bedeutendsten Persönlichkeiten waren, ihm entscheidende Gestalt gegeben hatten. Der Plan wurde vereitelt durch ganz verschieden geartete pädagogische Kräfte, vor allem die Gruppe der extremen bajuvarischen Rechten, die in dem neuen Schulplan eine gefährliche Freisinnigkeit fürchtete, andererseits aber durch die sog. „Realisten", eine im wesentlichen von OKEN geführte Partei, die in dem Plan eine „schmähliche Verachtung" der Naturwissenschaften erkannte.

Was THIERSCH wollte, hat er einerseits in vielbändigen Werken in klarster und wissenschaftlich aufs beste fundierter Weise dargelegt, andererseits im polemischen Schriften. „Nicht menschliche Bildung im allgemeinen, die weiter verbreitet ist als Latein und Griechisch, sondern gelehrte Bildung und in ihr die höhern, auf Christentum, Philosophie, Geschichte, Beredsamkeit und Poesie gegründete Bildung habe ich, und sie allein im Sinn, bin aber auch . . . auf das Lebhafteste überzeugt, daß diese auf dem Alterthume ruht, von ihm bedingt und auch da durchdrungen ist, wo der Erfolg der classischen Studien und die Liebe zu den Werten alter Literatur vielfach beschränkt war. Blicke ich aber gar auf die trostlose Rathlosigkeit und Verworrenheit unserer Zeit, . . . so muß ich bekennen, daß ich allein in Festigung und Belebung jener Bildung die die Geister einigende, hebende und stärkende Kraft finde, die uns noch davor bewahren kann, mit unserem Volke in einer vollkommenen Auflösung anarchischer Ansichten und Bestrebungen Schiffbruch zu leiden." So schreibt er 2 Jahre nach dem Scheitern des Planes einem Freunde. Und in demselben Jahre 1831 nimmt er vor allem Stellung zu den Bestrebungen der „Realisten", die den Plan der „lateinischen Schulen und Gymnasien" zum Teil ganz radikal ablehnen wie OKEN.

OKEN geht in der „Isis" 1829 in seiner bekannten, höchst aggressiven Weise dem Schulplan zu Leibe, indem er zunächst einmal die „Philologen" als nicht zuständig erklärt, das Erziehungssystem zu reformieren, die „Philologen . . ., die gemäß der Art ihres Studiums ewige Gymnasiasten bleiben und gar nicht in den Tempel der eigentlichen Wissenschaften treten . . .". „Unter allen Ständen ist der philologische am wenigsten befähigt, einen Unterrichtsplan zu entwerfen." Er selbst also entwirft ihn, von den Überlegungen ausgehend, daß den Naturwissenschaften ein viel größerer Raum im Unterricht eingeräumt werden müsse: „Schon daß so viele Hundert Naturforscher nicht bloß aus Deutschland (welches ja noch kindisch seyn könnte), sondern aus allen für gebildet anerkannten Ländern Europa's zusammenströmen, sollte auch dem Nichtkenner als Beweis gelten, daß doch hinter der Sache etwas seyn müsse, welches verdiene in die Welt eingeführt und darin verbreitet zu werden." Er schlägt drei Stufen des Unterrichts vor, in dem Sammeln, Ordnen und Aufbauen des naturwissenschaftlichen Stoffes zu geschehen habe, und zwar in drei verschieden gestaffelten Unterrichtsanstalten. Schulen, deren Grundlage die klassischen Sprachen sind, lehnt er ab. Diese Schulen hätten keine allgemeine Bildungsgrundlage für spätere Handwerks-, Kaufmanns- oder Militärschulen. Diese Schulen wollten „den Müttern die Säuglinge sozusagen vom Arme zu Lateinisch und Griechisch schleppen". Der von ihm geforderten allgemeinen Bildungsschule aber sollten eben die Naturwissenschaften Grundlage und Gegenstand sein, ohne daß sie freilich Fachschulcharakter hätten.

Hier bricht im Rahmen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zum ersten Male der Konflikt auf zwischen dem alten klassischen Bildungsideal und den Forderungen, die durch das Aufblühen der Naturwissenschaften an den Menschen gestellt werden. Die Deutung der Welt und der Umwelt im besonderen verlangt bessere Kenntnisse auf naturwissenschaftlichem Gebiete. Die Frage ist nur, inwieweit diesen neuen wissenschaftlichen Kenntnissen Bildungscharakter in einem geistigen Sinne zukomme. OKEN, von seinen frühesten Arbeiten an erfüllt vom Geiste romantischer Naturphilosophie, muß der so verstandenen Naturwissenschaft allgemeinen Bildungswert zuerkennen. Der Gedanke der Einheit im Universum, der Ganzheitsgedanke in stofflichem und geistigem Sinne erfüllt seine Auffassung der Natur und wird damit geistiges Bildungsprinzip für alle, die auf diesem seinem naturphilosophischen Boden stehen.

THIERSCH konnte dies nicht anerkennen. Für ihn bedeutete Verlust der klassischen Bildung Verlust der Tradition europäischer Kultur, und die naturphilosophischen Meinungen und Spekulationen OKENs konnten ihm kein Ersatz dafür sein. Daß auch unter den Naturforschern der Gesellschaft nur sehr wenigen OKENs naturphilosophisches Fundament gültig sein konnte, ist mehr als wahrscheinlich; sie sahen offenbar weniger den Bildungswert als die Erwerbung notwendiger Kenntnisse der Natur für Beruf und Leben als Hauptzweck einer neuen, naturwissenschaftlich gerichteten Schulreform an.

Dieser damals so erbittert geführte Kampf der beiden Gegner führte nicht zum Siege eines der beiden; vielmehr wurde die abgeänderte Schulreform zunächst ein eindeutiger Mißerfolg, jedenfalls in Bayern. THIERSCH aber berichtet davon, daß in Berlin das erste „Realgymnasium" gegründet worden sei, eine Institution, mit der man „dem Gymnasium alten Planes einen Nebenbuhler an die Seite zu setzen gemeint war, der durch umfassende Studien der Naturwissenschaften . . . dasselbe und noch Besseres leisten solle als die früher vorzüglich auf classische Studien gerichtete Erziehung". Und THIERSCH fügt hinzu[1]):

[1]) THIERSCH, FR.: Über gelehrte Schulen, Bd. III, S. 556. Stuttgart u. Tübingen 1828.

„Man sagt, daß besonders ein großer Naturforscher, dessen Bruder den Grund zu der jetzo allgemein anerkannten Vortrefflichkeit der preußischen Gymnasien gelegt hat, den Credit seines Namens eingesetzt habe, um der neuen an sich sehr löblichen Anstalt diese feindselige Stellung gegen die alten Institutionen zu geben, und es ward vergangenen Herbst in Berlin als eine denkwürdige Begebenheit bemerkt, daß das Realgymnasium den ersten Abiturienten auf die Universität entlassen, welchem dort dieselben Laufbahnen, wie den Zöglingen der üblichen Gymnasien geöffnet sind." Ob THIERSCHs Hinweis auf das Mitwirken ALEXANDER VON HUMBOLDTs in dieser Sache mehr als ein Gerücht war, wird sich schwer entscheiden lassen; es wäre eine bemerkenswerte und sonderbare Fügung, wenn man bedenkt, daß der Grund zu dem allgemein anerkannten preußischen Gymnasium etwa zwei Jahrzehnte vorher von seinem Bruder WILHELM VON HUMBOLDT gelegt worden war.

Bildungsgut und Bildungswerte wandeln sich im Laufe der Geschichte, schon im Laufe von Generationen. Daß in unserer Zeit, in der so vieles fragwürdig geworden ist, Bildung doch noch ein Ziel zu sein scheint und daß die Synthese zwischen geisteswissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Fächern gegenwartsnahe und verantwortungsbewußt versucht wird, ist Antrieb und Hoffnung zugleich.

Literatur.

OKEN, L.: Naturgeschichte für Schulen. Leipzig 1821. — Isis. 1827; 1829; 1830; 1831. — REIN, W.: Am Ende der Schulreform? Langensalza 1893. — THIERSCH, FR.: Über gelehrte Schulen, 3 Bde. Stuttgart u. Tübingen 1826; 1827; 1828. — Geschichte des Bayerischen Schulplans von 1829. Stuttgart u. Tübingen 1831. — Über die neuesten Angriffe auf die deutschen Universitäten. Stuttgart u. Tübingen 1837. — Über den gegenwärtigen Zustand des öffentlichen Unterrichts, 3 Bde. Stuttgart u. Tübingen 1838.

Medizinische Universitätsklinik, Jena.

Eingegangen am 22. August 1953.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Verbesserte Daten für die mittlere Sonnenfleckenkurve.

In der Absicht, eine Kurve zu gewinnen, die die wesentliche Änderung der Sonnenaktivität im Laufe eines elfjährigen Fleckenzyklus, befreit von den sie überlagernden kurzfristigen Schwankungen, darstellt, habe ich vor einigen Jahren die „mittlere Sonnenfleckenkurve" konstruiert, die sich auf den Verlauf der ausgeglichenen Monatsmittel der WOLFschen Fleckenrelativzahlen in allen beobachteten Fleckenzyklen stützt[1]). Offenbar wird die Ausmerzung des Einflusses der kurzfristigen Schwankungen um so besser gelingen, je mehr elfjährige Fleckenzyklen zur Konstruktion der Kurve herangezogen werden können; allerdings muß, da die Gestalt der Sonnenfleckenkurve einer säkular fortschreitenden Veränderung dringend verdächtig erscheint[2]), mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch die mittlere Sonnenfleckenkurve durch Hinzunahme weiterer elfjähriger Fleckenzyklen eine stetige Gestaltsänderung erfährt.

Zur Konstruktion der mittleren Sonnenfleckenkurve hatten mir seinerzeit 17 elfjährige Fleckenzyklen zur Verfügung gestanden, nämlich alle Zyklen, die seit dem Beginn der Züricher Reihe der WOLFschen Fleckenrelativzahlen damals abgelaufen waren. Gegenwärtig neigt sich der 18. Zyklus seinem Ende zu, und die Sonnentätigkeit ist bereits so weit abgesunken, daß jetzt auch dieser Zyklus in die Konstruktion der mittleren Sonnenfleckenkurve einbezogen werden kann. So erhält man, wenn die Maximalordinate der mittleren Sonnenfleckenkurve wieder gleich 100 gesetzt wird, für die in der mittleren Spalte der nachfolgenden Tabelle 1 angegebenen Ordinaten R die in der ersten und letzten Spalte mitgeteilten, in Monaten ausgedrückten Zeiten t, wobei wieder als Nullepoche der Zeitpunkt des Maximums gewählt worden ist. Daher beziehen sich die negativen Werte von t (erste Spalte) auf den aufsteigenden, die positiven (dritte Spalte) auf den absteigenden Ast der mittleren Sonnenfleckenkurve.

Tabelle 1. *Relative Fleckenzahl R in Anhängigkeit von der Zeit t vor bzw. nach dem Fleckenmaximum.* (t in Monaten.)

t	R	t	t	R	t
−34,5	25	+52,4	−19,0	65	+24,1
−32,4	30	+47,8	−17,3	70	+21,3
−30,1	35	+44,3	−14,6	75	+17,4
−28,4	40	+41,2	−12,9	80	+14,7
−26,9	45	+37,5	− 9,8	85	+11,2
−24,8	50	+33,0	− 7,1	90	+ 8,0
−22,7	55	+29,7	− 3,7	95	+ 4,9
−20,7	60	+26,6	0,0	100	0,0

Mit den in Tabelle 1 mitgeteilten verbesserten Daten wird der Anstieg der mittleren Sonnenfleckenkurve etwas steiler und ihr Abstieg etwas flacher, so daß ihre Asymmetrie zugenommen hat; erhalten bleibt der eigentümliche Knick etwa 13 Monate vor dem Maximum, auf den KOPECKÝ[3]) aufmerksam gemacht hat.

Observatorium der Universität Istanbul (Türkei).

Eingegangen am 19. Januar 1954. W. GLEISSBERG.

[1]) GLEISSBERG, W.: Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul, Sér. A **16**, 1 (1951) = Publ. Istanbul Univ. Obs. Nr. 41.
[2]) KIRAL, A.: Naturwiss. **40**, 477 (1953).
[3]) KOPECKÝ, M.: Bull. Centr. Astr. Inst. Czechoslov. **2**, 176 (1951).

On the derivation of FRIEDMANN's Solution for a new cosmological Model. I.

1. It is well-known that assuming the following form of line element

$$ds^2 = g_{11}\,dx_1^2 + g_{22}\,dx_2^2 + g_{33}\,dx_3^2 + g_{44}\,dx_4^2 \tag{1}$$

with

$$\left.\begin{aligned} &x_1 = \chi, \quad x_2 = \Theta, \quad x_3 = \Phi, \quad x_4^2 = -c^2 t^2 \\ \text{and}\quad &g_{11} = R^2 = f(t), \quad g_{22} = R^2 \sin^2\chi, \\ &g_{33} = R^2 \sin^2\Theta \sin^2\chi, \quad g_{44} = 1, \end{aligned}\right\} \tag{1a}$$

we can establish the equations of FRIEDMANN[1])

$$\left.\begin{aligned} &G_{11} - \frac{1}{2} g_{11} G + \lambda g_{11} = 1 + \frac{1}{C^2}\,[(\dot{R})^2 + 2R\ddot{R}] + R^2\lambda \\ &G_{44} - \tfrac{1}{2} g_{44} G + \lambda g_{44} = 3/R^2 + 3(\dot{R})^2/c^2 R^2 + \lambda. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

All the cosmological models investigated so far have been based on the assumption of a so called "perfect fluid", namely for which the relation $t_1^1 = T_2^2$ holds good. It has been shown recently[2]),[3]) that the introduction of an imperfect fluid, (i.e., for which the relation $T_1^1 \neq T_2^2$ holds good) in the EINSTEIN universe brings about certain properties akin to those of DE SITTER's universe. Specifically, the case of an electrically charged fluid ($T_1^1 = -T_2^2$) was considered[2]),[3]). The energy-tensor was split up into two parts, — the mechanical and the electromagnetic components and this latter was shown to be $t_1^1 = \frac{1}{2}\varepsilon^2 r^2$. Also, assuming a very small value of charge-density, we established the line element of this type of universe:

$$ds^2 = e^{-(\mu+\nu)}\,dr^2 + \cdots - e^{\nu}\,dt^2 \tag{3}$$

$$\nu = -2R^2\,[\log\cos\Theta + \sin\Theta \log\tan(\pi/4 + \Theta/2) - \tfrac{1}{2}\sin^2\Theta] + c$$

$$r = R\sin\psi.$$

It can also be written in the form (1) and comparing with (1) we find

$$g_{44} = e^{\nu}, \quad g_{11} = R^2 e^{-\nu}, \quad g_{22} = R^2 \sin^2 x_1 \text{ etc.} \tag{4}$$

2. We shall now derive the equations of FRIEDMANN with the line-element (4) as our starting point. A simple method given by HAAS[4]) will be followed.

The well-known formula

$$\left.\begin{aligned} G_{ik} = \frac{\partial^2 \log \sqrt{g}}{\partial x_i \partial x_k} - \frac{\partial \log \sqrt{g}}{\partial x_\sigma} \begin{Bmatrix} i\,k \\ \sigma \end{Bmatrix} - \frac{\partial}{\partial x_\sigma} \begin{Bmatrix} i\,k \\ \sigma \end{Bmatrix} + \\ + \begin{Bmatrix} i\,\alpha \\ \sigma \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} k\,\sigma \\ \alpha \end{Bmatrix} \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

will enable us to find G_{44} and G_{11} if we calculate the CHRISTOFFEL symbols and regard the relations

$$\dot{R} = dR/dt \neq 0; \quad \dot{\nu} = d\nu/dt \neq 0; \quad \nu' = d\nu/dx_1 \neq 0.$$

We thus find

$$\begin{Bmatrix} 4\,\alpha \\ \sigma \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 4\,\sigma \\ \alpha \end{Bmatrix} = 3\dot{R}/R^2 - e^{2\nu}(\nu')^2/2R^2 + \dot{\nu}/4.$$

Also we have

$$\sqrt{g} = R^2 \sin^2 x_1 \sin x_2$$

and

$$\partial(\log \sqrt{g})/\partial x_1 = 2 \cot x_1; \quad \partial(\log \sqrt{g})/\partial x_4 = 3/R.$$

We then have

$$\left.\begin{aligned} G_{44} = 3\ddot{R}/R + \cot x_1\, e^{2\nu}\nu' - 3\dot{\nu}/2R + \tfrac{1}{2}(e^{2\nu}\nu')' - \tfrac{1}{2}(\dot{\nu})' + \\ + 3(R')^2/R^2 - e^{2\nu}(\nu')^2/2R + \dot{\nu}/4 = A. \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Similarly, we shall find out the expression for G_{11}.

We have $\begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 4 \end{Bmatrix} = \frac{1}{2} e^{-2\nu} R^2 \dot{\nu} - \dot{R} R e^{-2\nu}$ and $\begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix} = -\frac{\nu'}{2}$ and consequently $\frac{\partial}{\partial x_\sigma} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ \sigma \end{Bmatrix} = \frac{\partial}{\partial x_4} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 4 \end{Bmatrix} + \frac{\partial}{\partial x_1} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix}$. We now find out the components of $\begin{Bmatrix} 1\,\alpha \\ \sigma \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,\sigma \\ \alpha \end{Bmatrix}$ which do not vanish.

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} 1\,\alpha \\ \sigma \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,\sigma \\ \alpha \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 1\,2 \\ 2 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,2 \\ 2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 1\,3 \\ 3 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,3 \\ 3 \end{Bmatrix} + \\ + \begin{Bmatrix} 1\,4 \\ 4 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,4 \\ 4 \end{Bmatrix} + 2 \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 4 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 1\,4 \\ 1 \end{Bmatrix} \\ = 2 \cot^2 x_1 - e^{\nu}/2R^2 (g_{11}^{+})^2 - \nu'/2 + (\nu')^2/4. \end{aligned}$$

This result, together with the relation $\partial^2(\log \sqrt{g})/\partial x_1^2 = -2 \operatorname{cosec}^2 x_1$ will enable us to write

$$\left.\begin{aligned} G_{11} = -\frac{2}{\sin^2 x_1} - \frac{\partial(\log \sqrt{g})}{\partial x_1} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix} - \\ - \frac{\partial(\log \sqrt{g})}{\partial x_4} \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 4 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 4 \end{Bmatrix}^{\cdot} - \begin{Bmatrix} 1\,1 \\ 1 \end{Bmatrix}' \\ + 2 \cot^2 x_1 - e^{\nu}/2R^2 (g_{11}^{+})^2 - \nu'/2 + (\nu')^2/4 = B. \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

We then have

$$\left.\begin{aligned} G = 3 g^{11} G_{11} + g^{44} G_{44} \\ = -2 e^{\nu}/R^2 + e^{\nu} \nu' \cot x_1/R^2 - \cdots \text{etc.} = c. \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

So we establish the relations

$$G_{11} - \frac{1}{2} g_{11} G + \lambda g_{11} = B - \frac{R^2}{2} c + R^2 \lambda$$

and

$$G_{44} - \tfrac{1}{2} g_{44} G + \lambda g_{44} = A - R^2 c/2 + \lambda e^{\nu}.$$

These are the new forms of FRIEDMANN's equations. The physical interpretations and specifically, the nature of the function dR/dt as deduced from these equations, will form the subject of discussion in the second part of our note.

Khaira Laboratory of Physics University College of Science, Calcutta. R. L. BRAHMACHARY.

Eingegangen am 11. Januar 1954.

[1]) FRIEDMANN: Z. Physik **10** (1922).
[2]) BRAHMACHARY, R. L.: Naturwiss. **40**, 51 (1953).
[3]) BRAHMACHARY, R. L.: Naturwiss. **40**, 313 (1953).
[4]) HAAS, A.: Kosmologische Problemstellungen der Physik.

Beobachtung einer Erhöhung des Streuvermögens von Atomen gegenüber Elektronenstrahlen unter Elektronenbeschuß.

Bei der Untersuchung der Kaustikquerschnitte von Elektronenlinsen nach dem in einer vorhergehenden Arbeit beschriebenen Verfahren[1]) haben wir folgende Beobachtung gemacht:

Wenn wir bei einem Elektronenschattenmikroskop eine frisch präparierte Kollodiumfolie so in den Kaustikbereich

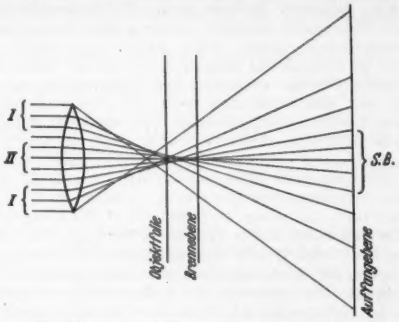
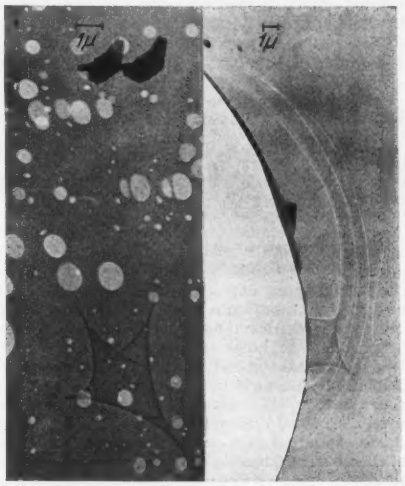


Fig. 1. Strahlengang. I. Kaustikstern erzeugende Strahlen. II. Abbildende achsennahe Strahlen. S.B.: Schattenbild.

der Objektivlinse bringen, daß außer den das Schattenbild erzeugenden achsennahen Strahlen auch die achsenfernen bis zur Folie gelangen (Fig. 1), so sehen wir auf dem Leuchtschirm ein stark verzeichnetes Schattenbild dieser Folie. Schon bevor sich der Kaustikquerschnitt auf der Objektfolie durch Kohlenstoffablagerung abgezeichnet hat, ist sein astroidenförmiger



a b

Fig. 2a u. b. a Streusternchen auf „verwackeltem" Objekt. Elektronenoptisch: 1000:1; Abbildung: 5000:1. b Streusternchen am Rand eines Folienloches. Spuren vorher eingebrannter „weißer" Kaustikfiguren. Elektronenoptisch: 1600:1; Abbildung: 3200:1.

Innenteil infolge eines anderen Effektes im Schattenbild sichtbar. Wir nehmen an, daß es sich hierbei um eine Veränderung des Streuvermögens gegenüber Elektronenstrahlen in denjenigen Bereichen der Folie handelt, welche unter dem besonders intensiven Elektronenbeschuß im Kaustikmantel liegen. Die das „Kaustiksternchen" erzeugenden achsenfernen Elektronenstrahlen werden in den Bereichen höchster Intensität einen merklichen Teil der Atome der Objektfolie infolge unelastischer Streuprozesse anregen bzw. ionisieren. Infolgedessen werden diese Atome den die Schattenabbildung vermittelnden achsennahen Elektronenstrahlen einen veränderten Streuquerschnitt bieten, und zwar ist von einem ionisierten Atom ein erhöhter elastischer Streuquerschnitt zu erwarten. Infolgedessen erscheint im Schattenbild das Kaustiksternchen

dunkel gegen seine Umgebung. Einen merklichen Teil der im Kaustikmantel fehlenden Intensität finden wir in unmittelbarer Nähe außen um das Sternchen herum als hellen Saum, dessen Abstand einem Streuwinkel von 1 bis $2 \cdot 10^{-4}$ entspricht. Dieser kleine Streuwinkel legt nahe, daß bei der Schattenabbildung der Streusternchen auch die unelastische Streuung erheblich beteiligt ist.

Daß es sich bei diesem Effekt nicht um Kohlenstoffablagerung handelt, sieht man daran, daß diese „Streusternchen" bei einer Betätigung der Objektverstellung nicht mit der Objektfolie wandern, sondern ihre Lage relativ zur Objektivlinse beibehalten. In Fig. 2a ist eine Aufnahme wiedergegeben, in welcher das Objekt während der Belichtung um eine kleine Strecke senkrecht zur Linsenachse verschoben worden ist. Man sieht, daß trotz der „Verwackelung" des Objektes das Streusternchen seine Lage beibehalten hat. Daß es sich bei dem beobachteten Effekt wirklich um eine Wechselwirkung zwischen Strahl und Objekt handelt, sieht man, wenn man durch geeignete Verschiebung der Objektfolie erreicht, daß das Streusternchen ganz oder teilweise in ein Loch in der Folie fällt. In diesem Fall sind die in das Loch fallenden Teile der Kaustikfigur im Bild nicht sichtbar (Fig. 2b).

Die Beobachtung läßt sich am besten an frischen, noch nicht lange der Elektronenbestrahlung ausgesetzten Folien durchführen. Wir vermuten die Ursache hiervon darin, daß die frische Folie noch viele H-Atome enthält, während nach längerer Bestrahlungsdauer praktisch nur noch C-Atome vorhanden sind. Der Streuquerschnitt des H-Atoms wird sich durch Ionisation bzw. Anregung relativ stärker ändern als der des C-Atoms. Daß tatsächlich die Objektfolie in Gebieten großer Elektronenintensität zunächst an Materie verliert, bevor später Kohlenstoff angelagert wird, haben wir durch die eingebrannten „weißen Sternchen" nachgewiesen[2]). Spuren solcher weißen Sternchen und zugehöriger Kaustik-Außenränder lassen sich auch auf unserer Fig. 2b erkennen.

Der Kaustik-Außenrand ließ sich bisher in der verwandten Anordnung nicht beobachten, weil er im Registrierungsstrahlengang nicht mit endlicher Schattenbildvergrößerung abgebildet wird.

Düsseldorf, Rheinisch-Westfälisches Institut für Übermikroskopie. W. Scheffels, B. v. Borries und F. Lenz.

Eingegangen am 28. Dezember 1953.

[1]) Scheffels, W., M. Hahn u. F. Lenz: Optik **10**, 455 (1953).
[2]) Scheffels, W., M. Hahn u. F. Lenz: Vortrag auf der 5. Jahrestagung der Dtsch. Gesellschaft für Elektronenmikroskopie in Innsbruck am 18. Sept. 1953.

Antimongehalt und Halbleitereigenschaften synthetischer Bleiglanzphotoelemente.

Die Beobachtung, daß schon sehr geringe Antimongehalte einen großen Einfluß auf die Halbleitereigenschaften des natürlichen Bleiglanzes haben, wurde durch Herstellung synthetischer Bleiglanzphotoelemente mit abgestuften Antimongehalten quantitativ erfaßt.

Beim Tempern natürlicher Bleiglanze im Vakuum und unter verschiedenen Schwefeldampfdrucken konnte zunächst festgestellt werden, daß primär der zunehmende Schwefelgehalt die Umwandlung eines überschußleitenden in einen defektleitenden Bleiglanz bewirkt. Es wurde daher aus Bleiazetatlösung gefälltes Bleisulfidpulver mit verschiedenen Antimongehalten unter von Probe zu Probe wechselnden Schwefeldampfdrucken in einer Quarzapparatur rekristallisiert. Anschließend wurden der innere photoelektrische Effekt und der thermoelektrische Effekt gemessen.

Auf diese Weise konnte jeweils derjenige Schwefeldampfdruck festgestellt werden, bei dem die entsprechende Probe mit bekanntem Antimongehalt gerade noch zu einem Defekthalbleiter rekristallisiert wurde. Diese Schwefeldampfdrucke p wurden doppelt logarithmisch gegen die zugehörigen Antimon-Molenbrüche γ aufgetragen. Für den Bereich von $\gamma = 0{,}0002$ bis $\gamma = 0{,}003$ ergab sich aus dem Anstieg der Geraden die empirische Formel

$$p \sim \gamma^{2,9}.$$

Dieses Ergebnis läßt sich qualitativ und quantitativ aus der Wagner-Schottkyschen Fehlordnungstheorie ableiten und liefert damit eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment.

Außerdem konnte das sog. anomale Verhalten mancher Bleiglanze geklärt werden, die gleichzeitig photoelektrische Defektleitung und thermoelektrische Überschußleitung aufweisen. Bei vorsichtiger Einführung von Schwefel in einen überschußhalbleitenden Bleiglanz wechselt stets zuerst der innere photoelektrische Effekt sein Vorzeichen, und erst bei weiterer Schwefelaufnahme wird das Photoelement auch thermoelektrisch zum Defekthalbleiter.

Durch obige Untersuchungen ergeben sich Möglichkeiten zur Herstellung von Bleiglanz-p-n-Schichtkristallen.

Eine ausführliche Veröffentlichung folgt an anderer Stelle. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für ihre freundliche Unterstützung. Für zahlreiche Diskussionen und wertvolle Anregungen schulde ich außerdem ganz besonderen Dank Herrn Professor Dr. I. N. Stranski und Herrn Professor Dr. Joh.-E. Hiller.

Institut für Mineralogie und Petrographie der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg. H.-G. Smolczyk.

Eingegangen am 20. Januar 1954.

Ortskorrelation der Außenelektronen bei einigen Actinidengittern.

Nachdem sich für die Raumtemperaturmodifikation der Verbindung AuCd ein plausibler Ortskorrelationsvorschlag ergeben hat[1]), liegt es nahe, auch bei den intermetallischen Phasen[2]), die eine β-Uran-Struktur[3]) haben, und die sich ebenso wie das AuCd (Raumtemperaturmodifikation) aus hochsymmetrischen Gittern im festen Zustand bilden, nach einem Ortskorrelationsvorschlag zu suchen, der die an ihn zu stellenden Anforderungen[4]) erfüllt. In der Tat gelangt man beim β-Uran zu folgendem Elektronengitter: Man teile die a-Achsen der üblichen primitiven Zelle in fünf gleiche Teile und ziehe durch die Teilpunkte alle möglichen Parallelen zu den beiden Diagonalen des Basisquadrats, dann erhält man 50 Schnittpunkte je Elementarmasche. Vermehrt man diese Punkte durch ganzzahlige Vielfache der Translation $c/4$, so entsteht ein Gitter mit 200 Plätzen je Elementarzelle, die ein annähernd kubisch primitives Gitter bilden[5]), welches sich gut in die Struktur fügt[6]). Da sich in der Zelle 30 Atome befinden, kommen 6,7 Elektronenplätze auf ein Atom. Zu dieser Zahl paßt das U mit sechs locker gebundenen Außenelektronen. Die bekannten intermetallischen Phasen kommen diesem Wert zum Teil sehr nahe, zum Teil übersteigen sie ihn aber um etwa 0,5 Elektronen je Atom. Wie das verstanden werden muß, kann erst untersucht werden, wenn eine genügende Anzahl von Dichtemessungen bekannt ist.

Die βU-Phasen, welche die Außenelektronenkonzentration (Zahl der $4s + 3d$-Elektronen je Atom) 6,7 übersteigen, haben annähernd so viel Außenelektronen je Atom wie das Mangan. Es ist daher nicht verwunderlich, daß intermetallische Phasen mit αMn-Struktur[7]) auftreten, die eine ähnliche Zusammensetzung wie die βU-Phasen haben. Es wurde für dieses Gitter eine A2- bzw. B2-Ortskorrelation der Außenelektronen vorgeschlagen[8]). Auch der βW-Typ, für den eine B1-Ortskorrelation vorgeschlagen wurde, bei der Plätze zugedeckt werden, kommt im System V—Ni auf der V-Seite einer βU-Phase vor[9]). Man kann also sagen, daß die Versprödung von Legierungen zwischen T-Metallen dem Auftreten mit Durchdringungsbindung zuzuschreiben ist.

Ähnlich wie für die βU-Struktur ergeben sich bei einigen weiteren Actiniden plausible Ortskorrelationsgitter. Beim Th (A1) ergibt sich eine A2-Ortskorrelation der vier Außenelektronen. Die orthokubischen Achsen des Elektronengitters sind dabei halb so groß und von gleicher Richtung wie die des Atomgitters, und es wird kein Elektronenplatz von einem Atomrumpf zugedeckt. Beim Pa[10]) teile man eine Diagonale der Basis der Elementarzelle in drei Teile und errichte mit einem solchen Teil ein quadratisches Gitter von Elektronenplätzen. Man erhält dann 5 Plätze je Basismasche der Atomzelle und hat diese Elektronengitterebenen mit $c/2$ zu vervielfachen[11]). Bei α-Np[12]) hat man die a- und die b-Achse in drei und die c-Achse in vier Teile zu teilen und Parallelen zu den Kanten zu ziehen. Die so entstehenden Kuben sind zu zentrieren. Man erhält dann 72 Plätze, von denen 16 zugedeckt werden, so daß 7 Plätze je Atom verfügbar sind. Beim β-Np[13]) findet man eine ganz ähnliche Ortskorrelation. Ferner sind bei einigen Strukturen binärer Verbindungen von Aktiniden mit anderen Elementen Ortskorrelationsargumente erfolgreich. Es zeigt sich mithin, daß bei all diesen Strukturen Durchdringungsbindung herrscht, d.h., daß s-Elektronen und äußere Rumpfelektronen gemeinsam eine gitterartige Orts-

korrelation aufweisen. — Eine ausführliche Mitteilung erscheint in der Z. Metallk.

Stuttgart, Max-Planck-Institut für Metallforschung.

K. SCHUBERT.

Eingegangen am 20. Januar 1954.

[1]) SCHUBERT, K.: Z. Metallkunde (demnächst).
[2]) Vgl. z. B. SULLY, A. H.: J. Inst. Metals **80**, 173, 694 (1952).
[3]) TUCKER, C. W., u. P. SENIO: Acta Crystallogr. **4**, 425 (1951); **6**, 753 (1953).
[4]) SCHUBERT, K.: Z. Naturforsch. **8a**, 30 (1953).
[5]) Es soll ferromagnetische Phasen mit U-Struktur geben. Also ist offenbar die Spinkorrelation nicht vom $B1$-Typ.
[6]) An dem Gitter dürfen Einzelheiten abgeändert werden, ebenso dürfen kleine Translationen ausgeführt werden[8]).
[7]) ANDREWS, K. W.: Nature [London] **164**, 1015 (1949). — KOH, P. K.: J. of Metals **1953**, 339.
[8]) SCHUBERT, K.: Z. Metallkunde **44**, 254 (1953).
[9]) ROSTOKER, W.: J. Inst. Metals **80**, 698 (1952).
[10]) ZACHARIASEN, W. H.: Acta Crystallogr. **5**, 19 (1952).
[11]) Da diese Ortskorrelation nicht periodisch mit der auf Grund von Pulveraufnahmen vorgeschlagenen Elementarzelle ist, besteht die Möglichkeit, daß diese nur eine Unterstruktur darstellt.
[12]) ZACHARIASEN, W. H.: Acta Crystallogr. **5**, 660 (1952).
[13]) ZACHARIASEN, W. H.: Acta Crystallogr. **5**, 665 (1952).

Eine neue Meßmethode zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeiten in Gesteinsproben.

Bei einem bekannten dynamischen Laboratoriumsverfahren mißt man die Laufzeit elastischer Wellen in Gesteinsproben mittels eines Geophons und elektrischer Zeit-Meßgeräte[1]). Bei dieser in vieler Hinsicht vortrefflichen Methode ist die Wellenlänge in der Regel *groß* im Vergleich zur Dicke der Probe. Man beobachtet deshalb die Longitudinalgeschwindigkeit V_{st} in einem stabförmigen Körper, wofür $V_{st} = \sqrt{E/\varrho}$ gilt, mit E = Elastizitätsmodul, ϱ = Dichte. Im Erdkörper laufen die Longitudinalwellen jedoch mit der größeren Geschwindigkeit

$$V_l = V_{st} \cdot \sqrt{\frac{1-\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}} \qquad (\mu = \text{POISSON-Zahl}),$$

wobei der Wurzelfaktor, zwischen $\mu = 0{,}20$ und 0,40, von 1,05 auf 1,46 anwächst. Allerdings kann μ mit dem genannten Verfahren *nicht* gemessen werden, man müßte dazu zusätzlich statische Methoden anwenden.

Verfasser hat nun zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeiten und der Elastizitätsgrößen von Gesteinsproben auf die Arbeiten von MACH-CRANZ-SCHARDIN zurückgegriffen[2]). Hierbei taucht man kleine Proben in eine mit Flüssigkeit gefüllte Küvette und photographiert die in der Flüssigkeit auftretenden Kopfwellen mit Hilfe eines Funkenblitzes nach der Schlierenmethode. Man mißt die Winkel zwischen den geradlinig verlaufenden Kopfwellen und der ebenen Gesteinsoberfläche und berechnet daraus direkt die Wellengeschwindigkeiten sowohl der longitudinalen (V_l) wie der transversalen Wellen (V_t) im unendlich ausgedehnten Medium, da hierbei die Wellenlängen *klein* sind im Vergleich zur Dicke der Probe. Aus V_l und V_t ergeben sich dann sämtliche elastischen Konstanten. Bereits Proben von 3 cm Länge und einigen mm Dicke sind brauchbar, falls sie repräsentativ für ihre Umgebung sind. Stärkere Inhomogenitäten beeinflussen die Ausbreitung der Kopfwellen.

Das Verfahren zeichnet sich durch Anschaulichkeit aus, da man aus dem photographierten Verlaufe der Kopfwellen direkt auf die momentane Lage der Wellenfront und damit auf die Geschwindigkeit der Welle schließen kann. Unsere mit Hilfe von hochfrequenten Wellen (Größenordnung MHz) gewonnenen Ergebnisse stimmen gut mit denjenigen der seismischen Praxis überein (Niederfrequenzmessungen, 50 Hz), wie auch andere Autoren[3]) festgestellt haben.

Tabelle 1 zeigt einige Ergebnisse, in Klammern die aus V_l und μ berechneten V_{st}-Werte, die erheblich von V_l abweichen.

Herrn Professor J. BARTELS und dem Amt für Bodenforschung, Hannover, danke ich für die Unterstützung und Förderung dieser Arbeit.

Geophysikalisches Institut der Universität Göttingen.

ERICH MÜLLER.

Eingegangen am 19. Januar 1954.

Tabelle 1. *Gemessene Wellengeschwindigkeiten (V_l = long., V_t = transv.) im unendlich ausgedehnten Medium, nach wachsenden* POISSONS*chen Zahlen μ geordnet, und V_{st} = Longitudinalgeschwindigkeit für einen stabförmigen Körper, E = Elastizitätsmodul.*

	μ	V_l m/sec	(V_{st}) m/sec	V_t m/sec	E 10^{11} dyn/cm²
Kalksandstein	0,20	3250	(3100)	2000	2,3
Sandstein . .	0,22	4300	(4050)	2600	4,4
Granit . . .	0,25	5100	(4650)	2950	5,7
Plänerkalk .	0,27	3500	(3100)	1950	2,1
Schieferton .	0,29	3500	(3050)	1900	2,5
Schiefer . .	0,30	5000	(4300)	2650	4,9
Wellenkalk .	0,32	5200	(4350)	2650	4,5
Basalt . . .	0,33	6400	(5250)	3200	7,8
Messing . . .	0,36	4250	(3300)	2000	9,2
Anhydrit . .	0,38	5700	(4150)	2500	5,1

[1]) BAULE, H.: Geophysic. Prospect. **1**, 111 (1953).
[2]) MÜLLER, E.: Diss. Math.-Nat. Fak. Göttingen 1953 (im Druck für Geolog. Jb.).
[3]) HUGHES, D. S., u. H. J. JONES: Trans. Amer. Geophys. Union **32**, 173 (1951).

Negative Ionen bei Dissoziation von SO_2 durch Elektronenstoß und die Elektronenaffinität von SO.

Bei der Dissoziation von Molekeln durch Elektronenstoß können negative Ionen z. B. durch Elektroneneinfangsprozesse entstehen (1). Dieser Prozeß ist daran erkenntlich, daß negative Ionen nur in einem schmalen Energiebereich der stoßenden Elektronen auftreten. Die benötigte Mindestenergie (Appearance Potential der negativen Ionen AP) ist, sofern die Bruchstücke im Grundzustand und ohne kinetische Energie gebildet werden, gleich der Differenz von Dissoziationsenergie D (in die neutralen Bruchstücke) und der Elektronenaffinität EA des einfangenden Bruchstückes ($AP = D - EA$)[1]).

Negative Ionen können auch entstehen bei Dissoziation in ein negativ geladenes Bruchstück und einen positiv geladenen Rest (2). Die zu diesem Prozeß benötigte Mindestenergie ist um das Ionisierungspotential des positiv geladenen Teiles größer als im obigen Fall. Hier nimmt die Häufigkeit an negativen Ionen von der Mindestenergie an mit der Elektronenenergie zunächst rasch zu. Die beiden Prozesse sind daher leicht voneinander unterscheidbar.

Bei Kenntnis der Dissoziationsenergie kann man aus der beobachteten Mindestenergie des Prozesses (1) die Elektronenaffinität bestimmen und umgekehrt. Zum Nachweis der negativen Ionen und zur Bestimmung der kritischen Elektronenenergien wird vielfach das Massenspektrometer verwendet. Bei mehreren derartigen Untersuchungen ist die Elektronenaffinität des O zu 2,2 eV[2]) bestimmt worden. Der absoluten Bestimmung der bei (1) erforderlichen Mindestenergie mit dem Massenspektrometer bieten sich aber insofern beträchtliche Schwierigkeiten, als an die beobachtete kritische Elektronenenergie hauptsächlich infolge von Voltaspannungen Korrekturen von der Größenordnung 1 eV angebracht werden müssen. Man hilft sich im allgemeinen durch Vergleichsmessungen an Gasen mit bekannten Daten.

Bei massenspektrometrischen Untersuchungen an SO_2 wurden hier sowohl O^-- als auch SO^--Ionen festgestellt. Sie entstammen beide ganz überwiegend Elektroneneinfangsprozessen (1). Unter gleichen Versuchsbedingungen ist das Häufigkeitsverhältnis von O^-- zu SO^--Ionen etwa 1,2:1. S^--Ionen konnten bei SO_2 nicht beobachtet werden. Die Intensität an negativen Ionen aus Prozeß (2) ist in beiden Fällen sehr viel kleiner. Aus der bekannten Häufigkeit der bei der Dissoziation von SO_2 unter Elektronenstoß auftretenden positiven Ionen[3]) kann man schließen, daß Dissoziationsprozesse in SO + O häufig, solche in S + O + O dagegen relativ selten sind. Man kann daher annehmen, daß die hier beobachteten negativen Ionen praktisch nur den Prozessen:

$$\begin{array}{lll} \text{a)} & e + SO_2 \rightarrow & SO + O^- \quad \text{und} \\ \text{b)} & \searrow & (SO)^- + O \quad \text{entstammen.} \end{array}$$

Aus Vergleichsmessungen mit anderen Einfangsprozessen kann man schließen, daß a) ohne *kinetische* Energie abläuft.

Da die in die Energiebilanz eingehende Dissoziationsenergie in beiden Fällen gleich ist, und mit der naheliegenden Annahme, daß auch bei b) keine kinetische Energie auftritt, bietet sich hier die günstige Möglichkeit, die Elektronenaffinität von SO einfach aus der Energiedifferenz der Appearance Potentiale der beiden Prozesse und aus der gutbekannten Elektronenaffinität von O zu bestimmen.

Die Differenz der für die Prozesse a) und b) hier gefundenen Appearance Potentiale beträgt $0{,}45 \pm 0{,}1$ eV, die Differenz der

Elektronenenergien für die Intensitätsmaxima ist $0{,}40 \pm 0{,}1$ eV. Mit $EA(O) = 2{,}2 \pm 0{,}2$ eV wird unter dieser Annahme die Elektronenaffinität von SO zu $1{,}8 \pm 0{,}3$ eV gefunden. Sie ist also geringer als die EA von O und auch von S.

Da die Dissoziationsenergie bei der Spaltung von SO_2 in $SO + O$ recht genau bekannt ist (5,85 eV), kann man mit Hilfe des gemessenen Appearance Potentials von a) in bequemer Weise die zur absoluten Bestimmung der kritischen Elektronenenergien ähnlicher Prozesse erforderliche Korrektur zuverlässig ermitteln.

Physikalisches Staatsinstitut Hamburg.

H. Neuert und O. Rosenbaum.

Eingegangen am 12. Januar 1954.

[1]) Vgl. z.B. Neuert, H.: Angew. Chem. **65**, 454 (1953).
[2]) Siehe z.B. Hagstrum, H. D.: Rev. Mod. Physics **23**, 185 (1951).
[3]) Mass spectral data, Nat. Bur. Stand. Washington.

Elektronenoptischer Nachweis großer Perioden bei Kunststoff- und Cellulosefasern.

Die ähnlich wie bei anderen synthetischen Fasern auch bei verstreckten und getemperten Polyviolfäden in Längsrichtung

Fig. 1.

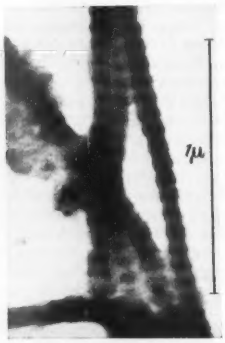


Fig. 2.

Fig. 1. Polyvinylalkoholfaser, jodiert und aufgeschlagen (5% Jod). Vergr. 40000:1.

Fig. 2. Hochverstreckte Zellwolle, jodiert und aufgeschlagen (5,6% Jod). Vergr. 40000:1.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3. Hochverstreckte Zellwolle, jodiert und aufgeschlagen (etwa 18% Jod). Vergr. 40000:1.

Fig. 4. Ausschnitt aus Fig. 3 (etwa 18% Jod). Vergr. 80000:1 (negativ).

auftretende große Röntgenperiode[1]) von etwa 160 Å läßt sich nach der dichroitischen Einlagerung von Jod im Elektronenmikroskop (EM) darstellen. Die mit Formalin gehärteten und etwa 5% Jod enthaltenden Fäden waren im Homogenisator unter Wasser zerkleinert worden. Die Untersuchung im EM erfolgte an mit Platin beschatteten sowie unmittelbar an den unbeschatteten Faserobjekten. In allen Fällen ist eine deutliche Periode erkennbar; z.B. lagen bei den beschatteten Präparaten von 28 Ausmessungen 5 Messungen bei 147 Å, 10 bei 153 Å, 8 bei 157 Å und 5 bei 177 Å (die größte Streuung vereinzelt bei 133 und 200 Å), so daß sich im Durchschnitt 153 Å für die Periode ergibt, was mit der röntgenographisch an demselben Präparat bestimmten Periode von 159 Å in guter Übereinstimmung steht[2]). Fig. 1 gibt die jodierte Polyviolfaser bei unmittelbarer Beobachtung. Auch hier erkennt man eine Feinstruktur mit einem Streifenabstand von 150 bis 200 Å. Daneben tritt eine große Periode von etwa 700 Å auf, die röntgenographisch bisher nicht erfaßt wurde. Die Beschattung mit Platin bringt in diesem Falle keine Verbesserung der Kontraste; die Periodengrößen sind dieselben wie vor der Beschattung.

In gleicher Weise gelang die Darstellung großer Längsperioden bei Zellulosefasern. Bei der unmittelbaren Beobachtung im unbedampften Zustand einer hochverstreckten Zellwolle (Colvadur der Glanzstoff-Courtaulds GMBH.) mit einem Jodgehalt von 5,6% wurden häufig Fibrillen gefunden, die eine große Periode von 650 bis 670 Å zeigen (Fig. 2). Sie ist überraschend scharf ausgebildet und erinnert in ihrer Deutlichkeit durchaus an die bekannten Längsperioden bei Kollagenfasern. Bei feinen Fibrillen tritt häufig noch eine kleinere Periode von 100 bis 150 Å hervor, z.B. in Fig. 3 neben den großen Periode. Nach Fig. 4 (80000:1) sind auch bei der kleineren Periode die Streifen auffallend scharf abgegrenzt.

Auf Grund dieses Nachweises der großen Perioden bei den jodierten Kunststoff- und Zellulosefasern kann man folgern, daß das Jod in den gitterungeordneten Bereichen eingelagert ist, wodurch die Dichteunterschiede zwischen diesen Bereichen und den gittergeordneten so groß werden, daß die Periode im EM schon bei unmittelbarer Beobachtung hervortritt. Dies wird durch die Annahme verständlich, daß auch die Feinstruktur der gesponnenen Zellulosefäden durch eine *regelmäßige* wechselweise Anordnung von gitterungeordneten und gittergeordneten Bereichen in Faserrichtung charakterisiert ist.

Die weitere Diskussion der Beobachtungen und die Übertragung auf natürliche Zellulosefasern behalten wir uns vor.

Mosbach i. Baden, Gastlaboratorium der Firma Carl Zeiss, Abteilung für Elektronenoptik.

Kurt Hess und Hans Mahl.

Eingegangen am 19. Dezember 1953.

[1]) Hess, K., u. H. Kiessig: Naturwiss. **31**, 17 (1943). — Z. physik. Chem. **193**, 196 (1944). — Kolloid.-Z. **130**, 10 (1953). — Vgl. ferner Fannkuchen, J., u. H. Mark: J. Appl. Physics **15**, 364 (1944). — Zahn, H., u. K. Kohler: Kolloid-Z. **118**, 115 (1950). — Meibohm, E. P. H., u. A. F. Smith: J. Polymer. Sci. **7**, 449 (1951).
[2]) Die Röntgenversuche sind von H. Kiessig durchgeführt und die Jodpräparate von W. Koblitz im Forschungslaboratorium der Glanzstoff-Courtaulds GMBH., Köln, hergestellt worden.

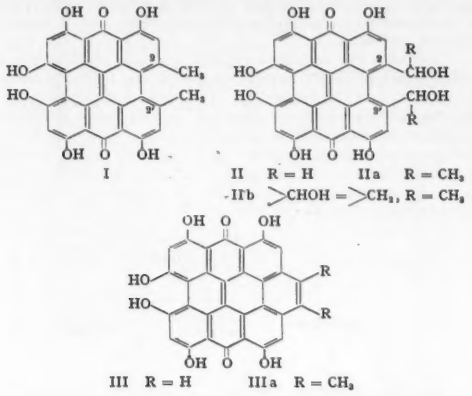
Die Isolierung des Pseudohypericins.

Die Beobachtung, daß viele *Hypericum*-Arten einen bisher unbekannten, dem Hypericin sehr ähnlichen Farbstoff, das *Pseudohypericin*[1]) enthalten, hat uns veranlaßt, zu prüfen, ob diese Arten neben Pseudohypericin auch noch Hypericin enthalten. Um diese Frage zu beantworten, muß man die beiden Farbstoffe voneinander trennen können. Das gelingt, wie wir fanden, mit einer kürzlich ausgearbeiteten Modifikation[2]) der Ring-Papierchromatographie, wenn als stationäre Phase ein etwa 25% Formamid enthaltender Phosphatpuffer vom p_H 8,2 und als mobile Phase Butylacetat verwendet wird. In diesem System bilden die beiden Farbstoffe scharf voneinander getrennte Ringzonen, von denen die des Pseudohypericins den kleineren Durchmesser hat.

Dieses Verfahren erlaubt, in einfacher Weise und mit kleinen Mengen den Gehalt der beiden Hypericine in der Pflanze zu bestimmen. Wendet man es, wie kürzlich beschrieben[2]), im Papierpack an, so läßt sich die Trennung der beiden Farbstoffe auch präparativ durchführen. Aus *Hypericum perforatum* erhielten wir so neben kristallisiertem Hypericin [identifiziert durch Vergleich mit einem synthetisch[3]) hergestellten Präparat] *Pseudohypericin*, das aus Formamid in dunkelroten, grünglänzenden Nadeln kristallisierte. Seine Analysenzahlen passen am besten auf die Formel $C_{28}H_{20}O_{10}$.

Die Absorptionsbanden des Pseudohypericins haben in allen untersuchten Lösungsmitteln die gleiche Lage wie die Banden des Hypericins, und auch im Verhalten gegen Pyroboracetat fanden sich keine Unterschiede. Bei der reduzierenden Azetylierung des neuen Farbstoffes erhielten wir ein blaues Naphthodianthrenderivat, das die gleichen Absorp-

tionsbanden zeigte wie das aus Hypericin entstehende blaue Reduktionsprodukt[4]). Diesen Befunden nach muß Pseudohypericin ein an C_2 und $C_{2'}$ substituiertes Oxynaphthodianthron sein, dessen phenolische Oxygruppen an Zahl und Stellung denen des Hypericins gleich sind.



Pseudohypericin ist gegen Alkali empfindlicher als Hypericin. Beim Erhitzen in hochsiedenden Lösungsmitteln verändert es sich bereits bei Temperaturen, bei denen Hypericin noch beständig ist. In charakteristischer Weise unterscheiden sich die beiden Farbstoffe beim Belichten in konzentrierter Schwefelsäure. Hypericin bleibt unverändert, Pseudohypericin dagegen verwandelt sich in ein Anthrodianthronderivat, das in seinen Absorptionsbanden dem Hypericin ähnlich ist; ein Befund, der nur verständlich wird, wenn das Pseudohypericin an C_2 und $C_{2'}$ Substituenten trägt, die zur Bildung eines Benzoringes befähigt sind. Diese Substituenten könnten $HO \cdot CH_2$- oder auch $CH_3 \cdot CH(OH)$-Gruppen sein. Im ersten Fall hätte Pseudohypericin die Konstitution II, im zweiten die Konstitution IIa, und das in Schwefelsäure entstehende Anthrodianthronderivat wäre entweder nach III oder IIIa zu formulieren.

II hat die Bruttoformel $C_{30}H_{16}O_{10}$, kann bei der Chromsäureoxydation nach KUHN-ROTH *keine* Essigsäure liefern und müßte sich durch HJ-Reduktion in Hypericin überführen lassen. IIa hat die Bruttoformel $C_{32}H_{20}O_{10}$ und sollte ebenso wie sein Umwandlungsprodukt IIIa bei der Chromsäureoxydation annähernd 2 Mol Essigsäure bilden.

Pseudohypericin gibt Analysenzahlen, die am besten auf $C_{32}H_{20}O_{10}$ passen, und liefert ebenso wie sein in Schwefelsäure entstehendes Umwandlungsprodukt bei der KUHN-ROTH-Oxydation 1,2 Mol Essigsäure. Beides spricht für die Formel IIa.

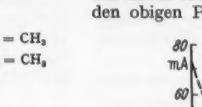
Bei der HJ-Reduktion von chromatographisch einheitlichem, aber nicht kristallisiertem Pseudohypericin erhielten wir eine Verbindung, die sich spektroskopisch und gegen konzentrierte Schwefelsäure wie Hypericin verhielt. Diesem Reduktionsprodukt müßte, wenn Pseudohypericin die Konstitution IIa hat, die Formel IIb zukommen; d. h., es würde sich von Hypericin nur dadurch unterscheiden, daß an C_2 und $C_{2'}$ Äthylgruppen stehen. Wider Erwarten erhielten wir jedoch aus dem HJ-Reduktionsprodukt ein gelbes, kristallisiertes Benzoat, das mit Hypericinhexabenzoat keine Schmelzpunktserniedrigung gab. Dieser Befund spricht dafür, daß in nicht kristallisiertem Pseudohypericin, das als Ausgangsmaterial für unsere HJ-Reduktion diente, ein Gemisch aus II und IIa vorliegt.

Organisch-Chemisches Institut der Universität Göttingen.
HANS BROCKMANN und GOTTFRIED PAMPUS.

Eingegangen am 18. Januar 1954.

[1]) BROCKMANN, H., u. W. SANNE: Naturwiss. **40**, 461 (1953).
[2]) BROCKMANN, H., u. P. PATT: Naturwiss. **40**, 221 (1953).
[3]) BROCKMANN, H., u. H. MUXFELDT: Naturwiss. **40**, 411 (1953).
[4]) BROCKMANN, H., E. H. v. FALKENHAUSEN, R. NEEFF, A. DORLARS u. G. BUDDE: Chem. Ber. **84**, 865 (1951).

Besonderheiten im Reduktionsablauf bei p-Dinitrobenzol.

Unter den aromatischen Nitroverbindungen nimmt das p-Dinitrobenzol hinsichtlich des Reduktionsverhaltens eine Sonderstellung ein[1]). Präparative Elektrolysen alkalischer p-Dinitrobenzollösungen bei konstant gehaltenen Kathodenpotentialen haben ergeben, daß das bei den polarographischen Untersuchungen über einen weiten p_H-Bereich sich als existent erweisende zweielektronige Reduktionsprodukt — ein chinoides Ion  — in wäßriger Lösung nicht stabil und etwa als Salz isolierbar ist. Als erstes faßbares Elektrolysenprodukt wird stets das p-Hydroxylamino-nitrobenzol erhalten, dessen Entstehung auf langsame irreversible Weiterreduktion oder auf Disproportionierung des durch reversiblen Übergang zweier Elektronen entstehenden obigen Primärproduktes zurückgeführt wird.

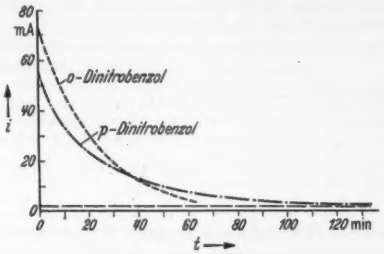


Fig. 1. Stromstärke—Zeit-Kurven von Elektrolysen alkalischer Dinitrobenzollösungen (p_H 12) bei einem Kathodenpotential von −0,7 V (ges. Kalomelelektrode 20° C).

Aus dem Verlauf der Stromzeitkurven bei o-Dinitrobenzol einerseits und p-Dinitrobenzol andererseits wird der unterschiedliche Reduktionsverlauf zu analogen Reaktionsprodukten — nämlich den entsprechenden Hydroxylaminen — ersichtlich (Fig. 1). Bei gleicher Ausgangskonzentration (10^{-3} molar) und gleichen Elektrolysenbedingungen (Temperatur, Rührgeschwindigkeit usw.) ergibt sich — hier bei p_H 12 — für das ortho-Isomere eine Stromzeitkurve mit

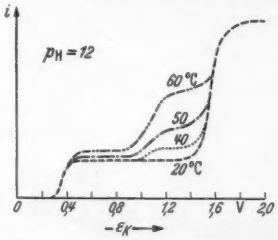


Fig. 2. Vergleichende Darstellung polarographischer Stromspannungskurven von 10^{-3} m p-Dinitrobenzollösungen (p_H 12) bei verschiedenen Temperaturen. Die Stromstärken sind auf gleiche Endstufenhöhen bezogen, das Kathodenpotential auf die ges. Kalomelelektrode (20° C).

exponentiellem Abfall der Stromstärke nach $i = i_0 \cdot e^{-kt}$, also direkte (4-elektronige) Reduktion zum violetten o-Hydroxylaminonitrobenzol. Im Gegensatz hierzu zeigt die Stromzeitkurve für die Reduktion der para-Verbindung bei geringerer Anfangsstromstärke einen flacheren Verlauf, der durch die Folgereaktionen hervorgerufen wird. Primärreaktion: zweielektronige reversible Reduktion

$$O_2N\text{–}R\text{–}NO_2 + 2\Theta = [O_2N\text{=}R\text{=}NO_2]^{--}.$$

Folgereaktion: irreversible Weiterreduktion

$$[O_2N\text{=}R\text{=}NO_2]^{--} + 2\Theta + 2\,H^+ = [O_2N\text{=}R\text{=}NO]^{--} + H_2O$$

bzw. Disproportionierung

$$2\,[O_2N\text{=}R\text{=}NO_2]^{--} + 2\,H^+ = [O_2N\text{=}R\text{=}NO]^{--} + O_2N\text{–}R\text{–}NO_2 + H_2O.$$

Das Flächenintegral $\int_0^t i\,dt$ ergibt in beiden Fällen — bei der ortho- wie bei der para-Verbindung — den Betrag von vier Reduktionsäquivalenten/Mol. Das p-Hydroxylaminonitrobenzol ist gelbrot gefärbt.

Bei der polarographischen Reduktion tritt während der Lebensdauer des Hg-Tropfens bei Zimmertemperatur und dem gleichen p_H (12) die Folgereaktion nicht in Erscheinung. Verfolgt man aber den Verlauf der Stromspannungskurven bei höherer Temperatur, so tritt ab 40° C in den Kurven bereits die Stufe der Weiterreduktion gebildeten Hydroxylamins auf (mittlere Stufe in Fig. 2). Hier wird somit die Hydroxylaminbildung polarographisch bereits innerhalb der Tropfdauer von 2 bis 3 sec verfolgbar.

Auch durch chemische Reduktion wird das Hydroxylaminonitrobenzol erhalten[2]). Die von MEISENHEIMER[3]) beschriebenen Verbindungen nach vermeintlich zweiwertiger Reduktion mit Hydroxylamin erweisen sich auf Grund unserer polarographischen Analysen ebenfalls als Hydroxylaminonitrobenzole. Untersuchungen über die Kinetik der Homogenreaktion sind im Gange.

Institut für Physikalische Chemie der Universität Hamburg.

LUDWIG HOLLECK und HERMANN SCHMIDT.

Eingegangen am 22. Dezember 1953.

[1]) HOLLECK, L., u. H. J. EXNER: Z. Elektrochem. **56**, 677 (1952).
[2]) KUHN, R., u. F. WEYGAND: Ber. dtsch. chem. Ges. **69**, 1969 (1936).
[3]) MEISENHEIMER, J., u. E. PATZIG: Ber. dtsch. chem. Ges. **36**, 4177 (1903); **39**, 2529 (1906).

Photolysis of Methionine in Presence of Photocatalysts.

In continuation of our studies[1]) on the photolysis of amino acids we found that methionine gave rise to a number of ninhydrin positive substances on exposure to sunlight in presence of TiO_2. While the identification of these products was in progress MATSUO[2]) reported his observations on the formation of ninhydrin-reacting substances from methionine after heating in a boiling waterbath for 12 hrs in the presence of hydrogen peroxide. Some of the reactions observed by

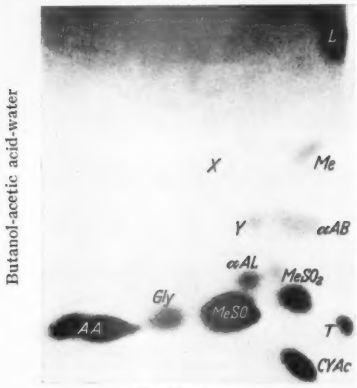
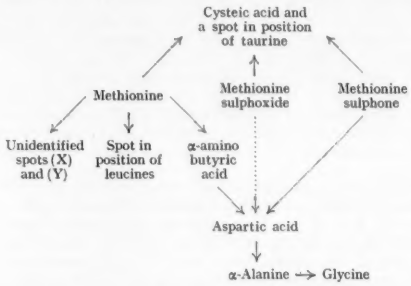


Fig. 1. Two-dimensional paper chromatogram showing the degradation products of Methionine in presence of TiO_2 after exposure to sunlight. *AA* Aspartic acid; *Gly* Glycine; *MeSO* Methionine sulphoxide; *T* Taurine; *CYAc* Cysteic acid; α-*Al* α-Alanine; *MeSO₂* Methionine sulphone; α-*AB* α-Aminobutyric acid; *Me* Methionine; *L* Leucine.

MATSUO are similar to those reported by us[1]) when amonoacids in presence of TiO_2 are exposed to sunlight. In this communication are presented the results of our studies on the photolysis of methionine by sunlight in presence of TiO_2, methylene blue and riboflavin.

0·5 cc. of DL-methionine (100 μ M/c.c.) solution was diluted to 5 c.c. to which TiO_2 (approx. 5 mg.) was added and exposed to sunlight in pyrex flasks. After 20 hrs. of exposure, the solution was evaporated to dryness at 55° C. and the residue taken up in 1 c.c. of water. 20 μl of this solution was spotted for paper chromatography. Several ninhydrin-positive bands were observed on circular paper chromatograms developed with butanol-acetic acid-water (40:10:50). The substances were also identified by 2-dimensional paper chromatography using butanol-acetic acid-water (40:10:50) followed by either pyridine-water (80:20) (Fig. 1) or phenol (saturated with water) as solvent mixtures. The presence of the following substances was confirmed by the above methods: (1) Methionine sulphoxide, (2) Methionine sulphone, (3) Cysteic acid, (4) a spot in the position of taurine, (5) α-amino butyric acid, (6) a spot roughly corresponding to the position of α-amino butyric acid (Y), (7) aspartic acid, (8) α-alanine, (9) glycine, (10) a spot in the position of leucines and (11) one unidentified spot (X) which has the same R_f value as methionine in butanol-acetic acid-water but a lower R_f value in pyridine.

To study the sequence of the reaction, methionine sulphoxide and sulphone were prepared by the modified method of ROPER and MCILWAIN[3]). The photolytic products of methionine sulphoxide in presence of TiO_2 were methionine sulphone, aspartic acid, α-alanine, glycine, cysteic acid and a spot corresponding to taurine. Methionine sulphone also gave the same products. In the light of our previous observations[1]) on the photolysis of amino acids, the results on methionine degradation in presence of TiO_2 can be summarized as follows:



In confirmation of the results of WEIL *et al*[4]), we have found that methionine in presence of methylene blue when irradiated in sunlight gave rise to only sulphoxide in so far as it could be ascertained by the paper chromatographic technique. In presence of riboflavin, however, the formation of methionine sulphoxide, sulphone, aspartic acid and cysteic acid from methionine was observed. When methionine sulphoxide was exposed to sunlight in the presence of riboflavin, the formation of methionine sulphone, aspartic acid and cysteic acid could be detected. Methionine sulphone was very resistant to photolysis in presence of riboflavin.

The explanation of the mechanism of these reactions giving rise to a variety of metabolically important substances from methionine, must, however, await further investigation.

Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3, India.

K. V. GIRI, G. D. KALYANKAR and C. S. VAIDYANATHAN.

Eingegangen am 10. Dezember 1953.

[1]) GIRI, K. V., G. D. KALYANKAR and C. S. VAIDYANATHAN: Naturwiss. **40**, 440 (1953).
[2]) MATSUO, Y.: Nature [London] **171**, 1021 (1953).
[3]) ROPER, J. A., and H. MCILWAIN: Biochemic. J. **42**, 485 (1948).
[4]) WEIL, L., W. G. GORDON and A. R. BUCHERT: Arch. of Biochem. a. Biophysics **33**, 90 (1951).

Regulationseffekte von Salzen gegenüber Fermenten.

H. LUNDEGÅRDH[1]) teilte vor kurzem mit, daß der Oxydationszustand der Cytochrome in einem atmenden System (Brei aus Weizenwürzelchen) durch die Zugabe von Neutralsalzen im Sinne einer vermehrten Oxydation verschoben wird. Der Effekt wird dem Anion (etwa im KCl) zugeschrieben. Wir haben bei einfachen Gleichgewichtsmessungen an einem Hämoprotein entsprechende Effekte gesehen. Fig. 1 zeigt die Veränderung des Gleichgewichts zwischen Methämoglobin und Azid in Abhängigkeit von der KCl-Konzentration bei verschiedenem p_H. Es läßt sich aus ihr entnehmen, daß diese Einflüsse so erheblich sind, daß sie für die Funktion der Hämoproteine als Fermente (für welche uns Methämoglobin als Modell dient) von erheblicher Bedeutung sein müssen. Diese Bedeutung wird dadurch noch gesteigert, daß diese Abhängigkeiten für die einzelnen Salze spezifisch sind, sich also nicht einfach durch Reduktion auf die Ionenstärke berücksichtigen lassen. Dies möge durch die in der Fig. 2 wiedergegebene Abhängigkeit von der NaCl- und KJ-Konzentration demonstriert werden.

In einer weiteren Versuchsreihe ergab sich dann — mehr den Beobachtungen LUNDEGÅRDHs entsprechend —, daß sich in Gegenwart von Neutralsalzen auch das Redoxpotential des

Systems Methämoglobin-Hämoglobin verändert. Durch THEORELL[2]), GEORGE[3]) u. a. wurde ferner schon früher gezeigt, daß sich die Gleichgewichte zwischen den sauren und alkalischen Formen des Metmyoglobins oder Methämoglobins mit veränderter ionaler Konzentration erheblich verändern. Spezifische Ioneneffekte wurden in diesen Versuchen nicht beobachtet, wohl, weil sie nicht gesucht wurden.

Vermutlich gehen diese Effekte der Neutralsalze über das Protein. Ihre Bedeutung für den Zellstoffwechsel, etwa die Steuerung des osmotischen oder des spezifischen Ionenmilieus, läßt sich noch kaum abschätzen. Auf Grund der Größenordnung der Effekte muß sie aber vorhanden sein.

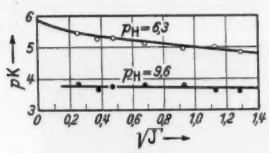


Fig. 1.

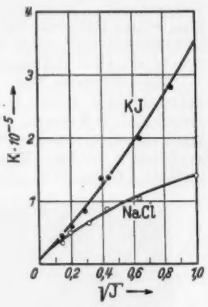


Fig. 2.

Fig. 1. Abhängigkeit des pK-Wertes der Methämoglobin-Azid-Verbindung von der Ionenstärke bei verschiedenem p_H-Wert (Zimmertemperatur). Die Einstellung der Ionenstärke erfolgte mittels KCl. (Zur Beurteilung beachte man den logarithmischen Ordinatenmaßstab.)

Fig. 2. Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten K der Methämoglobin-Azid-Verbindung von der Ionenstärke. Die Einstellung der Ionenstärke erfolgte einmal mit NaCl, im anderen Falle mit KJ. (p_H 6,4; Zimmertemperatur = 20°.)

Allerdings wird man nicht — wie LUNDEGÅRDH — allein den Anionen die regulierende Wirkung zuschreiben dürfen.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin und dem Institut für Medizin und Biologie, Berlin-Buch, Abteilung Pharmakologie.

W. SCHELER, L. WALLIS und F. JUNG.

Eingegangen am 30. Dezember 1953.

[1]) LUNDEGÅRDH, H.: Nature [London] **171**, 477 (1953).
[2]) THEORELL, H., u. A. EHRENBERG: Acta Chem. Scand. **5**, 823 (1951).
[3]) GEORGE, P., u. G. HANANIA: Biochem. J. **52**, 517 (1952); **55**, 236 (1953).

Über einen neuen Inaktivator des Kallikreins in Eiklar.

Eiklar[1]), nicht aber Eigelb von Hühnern und Enten vermag Kallikrein aus Harn (vom Menschen) in einer rasch ablaufenden, temperaturabhängigen Zeitreaktion zu inaktivieren. 0,015 bis 0,1 cm³ Hühnereiklar heben die Wirkung von 1 Kallikreineinheit Harn völlig auf. Die Inaktivierung ist reversibel; vorsichtiges Ansäuern eines neutralen Inaktivierungsansatzes mit n HCl führt in wenigen Sekunden zur völligen Reaktivierung des Kallikreins. Die Inaktivierungsfähigkeit des Eiklars ist bei neutraler Reaktion am größten, im sauren und im alkalischen Gebiet nimmt sie rasch ab. Der Inaktivator ist thermolabil. Durch einstündiges Erhitzen auf 56° wird er weitgehend, durch kurzes Aufkochen des Eiklars völlig zerstört. Er ist empfindlich gegenüber Säure und Lauge und wird bei Zimmertemperatur innerhalb 1 Std bei p_H 4 bzw. p_H 10 weitgehend zerstört. Er ist hochmolekular; in 24 Std durchdringt er die Zellophanmembran nicht merklich. Durch Halbsättigen von „Eiklar" mit Ammonsulfat wird der Inaktivator ausgefällt und findet sich nach Wiederauflösen des auf der Zentrifuge gewonnenen Niederschlages in Wasser und nach dem Abdialysieren des Ammonsulfates praktisch vollkommen in der Lösung wieder. Der Inaktivator gehört also zur Globulinfraktion und ist ein Protein oder Proteid, da er durch kristallisiertes Trypsin[2]) und durch eine pflanzliche Proteinase [„Dymal", Böhringer, Mannheim, hochgereinigt[3])] abgebaut wird.

Kallikrein aus Pankreas (vom Schwein) wird nicht inaktiviert. Auch in Gegenwart eines Trypsinhemmkörpers (kristallisiertes Ovomucoid) wird das Pankreaskallikrein nicht inaktiviert. In einem Gemisch von Eiklarinaktivator, Harn- und Pankreaskallikrein verliert nur das Harnkallikrein seine Wirkung. Es kann also die Nichtinaktivierbarkeit des Pankreaskallikreins nicht auf einem Abbau des Eiklarinaktivators durch ein im Pankreaskallikrein eventuell als Verunreinigung vorhandenes proteolytisches Enzym bedingt sein. Diese Tatsachen deuten auf einen gewissen Unterschied im Bau des Harn- und Pankreaskallikreins hin.

Der Kallikreininaktivator aus Eiklar ist von allen bisher beschriebenen Inaktivatoren aus Blutserum[4]), Ohrspeichel- und Lymphdrüsen[4]) von Rindern sowie aus Kartoffeln[5]) verschieden. Es ist nun noch sein Spezifitätsbereich zu untersuchen; insbesondere wird zu prüfen sein, ob der Eiklarinaktivator Ornithokallikrein zu inaktivieren vermag.

Abgrenzung des „Eiklarinaktivators" gegen andere biologisch aktive Proteine aus Eiklar. Im Eiklar wurden bisher folgende spezifisch wirksame Proteine aufgefunden und charakterisiert[6]): 1. Ovomucoid, 2. Avidin, 3. Con-Albumin, 4. Lysozym (Globulin G I), 5. Häm-Agglutinin-Inhibitor[6]). Im folgenden werden die Eigenschaften dieser Stoffe nur insoweit besprochen, als sie eine vorläufige Abgrenzung gegen den Inaktivator des Kallikreins ermöglichen.

1. Ovomucoid (Weißei-Antitrypsin). Ovomucoid hat zum Unterschied vom Kallikreininaktivator ein verhältnismäßig kleines Molekulargewicht (6000), ist kochbeständig und gehört der *Albumin*-Fraktion an[6]). Ovomucoid ist also vom Kallikreininaktivator verschieden. Kristallisiertes Ovomucoid inaktiviert das nach dem Papainverfahren[4]) aus Blutserum gewonnene Kallikrein[7]), das chemisch sich von Harn- und Pankreaskallikrein unterscheidet[7]), und zwar irreversibel. Kallikrein aus Harn wird nicht inaktiviert.

2. Con-Albumin (Eisenbindendes Protein): Das Con-Albumin gehört, wie der Name sagt, der Albuminfraktion an und ist zum Unterschied vom Kallikreininaktivator des Eiklars in halbgesättigter Ammonsulfatlösung löslich[6]).

3. Avidin ist ein das Biotin irreversibel bindender, kristallisierbarer Eiweißkörper vom Molekulargewicht 43500 und wird erst durch Ganzsättigung mit Ammonsulfat aus seinen Lösungen gefällt. Es ist ein Albumin, was seine Löslichkeit in halbgesättigter Ammonsulfatlösung anlangt, dagegen ein typisches Globulin in Hinsicht auf seine Unlöslichkeit in reinem Wasser und seine Löslichkeit bei niedriger Salzkonzentration. Vom Kallikreininaktivator unterscheidet es sich weiter durch seine große Beständigkeit bei saurer und alkalischer Reaktion und bei erhöhter Temperatur; bei p_H 1 bis 11 über mehrere Tage, bei neutraler Reaktion über 3 Monate bei 90° gehalten, nimmt seine spezifische Wirkung nicht ab[6]).

4. Das bakteriolytische Lysozym[6]) ist beständig gegenüber Trypsin und anderen Proteinasen und ist gegenüber Alkali, Säure und Hitze wesentlich beständiger als der Eiklar-Kallikreininaktivator.

5. Der Häm-Agglutinin-Inhibitor gehört zu den Ovomucinen und hemmt die Häm-Agglutination durch das Influenza-Virus. Er ist zum Unterschied vom Kallikrein-Inaktivator hitzestabil[6]).

Die ausführliche Publikation der vorstehenden Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle.

Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der Chirurgischen Universitätsklinik (Direktor: Prof. Dr. E. K. FREY) *und der I. Medizinischen Klinik der Universität München (Direktor: Prof. Dr.* K. BINGOLD).

E. WERLE, M. M. FORELL und L. MAIER.

Eingegangen am 28. Dezember 1953.

[1]) Für die Zwecke unserer Untersuchung wurde frisch gewonnenes Eiklar 1:1 mit Wasser versetzt und bis zum Verschwinden der fadenziehenden Beschaffenheit mit einer Gabel verrührt.
[2]) Zur Absättigung des Eiklar-Inhibitors (Ovomucoid) muß ein Überschuß an Trypsin zugesetzt werden.
[3]) Herrn Prof. Dr. K. WALLENFELS danken wir auch an dieser Stelle für die freundliche Überlassung des Präparates.
[4]) FREY, E. K., H. KRAUT u. E. WERLE: Kallikrein. Stuttgart: Ferdinand Enke 1950.
[5]) WERLE, E., L. MAIER u. F. LÖFFLER: Biochem. Z. **321**, 372 (1951).
[6]) FAVOLD, H. L.: Egg Protein. Adv. Protein Chem. **6**, 177 (1951).
[7]) WERLE, E., u. L. MAIER: Biochem. Z. **323**, 279 (1952).

Die Beeinflussung des Radiumeffektes in den Wurzelspitzenzellen von *Vicia faba equina* durch Megaphen.

Die Untersuchung der Wirkung von Megaphen N-(3′-Dimethylamino)-propyl-3-chlorphenothiazin auf die Zelle und die Zellteilung[1]) ergab unter anderem eine Verminderung der Mitosehäufigkeit. Aus dem relativ vermehrten Auftreten von Anaphasen bei der Analyse der Phasenverteilung wurde auf eine Verlangsamung des Zellteilungsablaufes durch Megaphen

geschlossen. Ein vermehrtes Auftreten pathologischer Ana- und Telophasen wurde unter Megaphen nicht beobachtet. — Die Kombination der γ-Strahlenwirkung des Radiums (50 r, 5 r/min) mit Megaphen ($2 \cdot 10^{-5}$ g/cm³) führte zu einer verstärkten Mitosehemmung. Die statistische Erfassung der pathologischen Ana- und Telophasen (Chromosomenbrüche, -verklebungen und bewegungsunfähige Chromosomen) ergab unter gleichzeitiger Einwirkung von Radium und Megaphen gegenüber der alleinigen Radiumwirkung eine Steigerung der pathologischen Ana- und Telophasen um 180%. In einer Versuchsreihe, in welcher die Wurzelspitzen bereits 12 Std vor der Bestrahlung unter Megaphen standen, betrug die Erhöhung der pathologischen Ana- und Telophasen, infolge der Mitoseverminderung während der Bestrahlung, gegenüber der alleinigen Radiumeinwirkung 150%. Diese Ergebnisse wurden durch die statistische Erfassung der Kleinst- oder Nebenkerne bestätigt, die als Folge der Chromosomenschädigungen in den Zellen nach Beendigung der Mitose auftreten. Die Häufigkeit der Nebenkerne nach Radiumeinwirkung war bei der Kombination mit Megaphen um 170 bzw. 137% (Megaphen, 12 Std vorher) gegenüber der alleinigen Radiumwirkung erhöht. Zur weiteren Klärung der Megaphenwirkung in Verbindung mit dem Strahleneffekt wurde die Einwirkungszeit von Megaphen stündlich abgestuft, und zwar in der Weise, daß 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Std nach der Bestrahlung mit der Megaphenwirkung begonnen wurde. Jeweils 7 Std nach der Bestrahlung wurden die Wurzelspitzen dann fixiert. Hierbei ergab sich, daß noch 3 Std nach der Bestrahlung die Einwirkung von Megaphen zu einer Steigerung der pathologischen Ana- und Telophasen führte. Aus dem Befund könnte gegebenenfalls geschlossen werden, daß 3 Std vor Beginn der Prophase für die Zelle der strahlenempfindlichste Zeitraum liegt. — In Übereinstimmung mit der Beobachtung der Steigerung des Strahleneffektes durch Megaphen steht das Ergebnis, daß auch die Zahl der Chromosomenschädigungen in der einzelnen Zelle erhöht war gegenüber den Zellen, die der alleinigen Radiumwirkung unterlagen.

Über die Ergebnisse wird im einzelnen an anderer Stelle berichtet werden.

Universitätsfrauenklinik Tübingen. KARL PETERS.

Eingegangen am 18. Januar 1954.

[1]) PETERS, K., u. H. LEHR: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. (im Druck).

Über die Beziehungen zwischen den fettbildenden Grana und typischen Mitochondrien in den Zellen von *Oospora lactis*.

In einer vorhergehenden Mitteilung[1]) haben wir über Beobachtungen berichtet, die in den nadipositiven Grana von *Oospora lactis* und anderen Pilzen den Ort der primären Fettbildung vermuten lassen. Es handelt sich dabei offensichtlich um die gleichen Gebilde, welche vor kurzem E. BAUTZ und H. MARQUARDT[2]) bei Hefe als „Grana mit Mitochondrienfunktion" beschrieben haben. Die Eigenart der von uns untersuchten Organismen ermöglicht es uns, auch über die Beziehungen dieser Grana zu gestaltlich typischen Mitochondrien einige Aussagen zu machen. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich zunächst auf *Oospora lactis*. Aber auch bei *Endomycopsis vernalis* liegen die Verhältnisse ganz ähnlich. Die kleineren Zellen der letzten Art sind für die Beobachtung allerdings weniger günstig. Auf Grund der mikroskopisch feststellbaren Plasmadifferenzierungen lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Zustandsbilder der Zelle unterscheiden.

(I) Im peripheren Plasmabelag der Zelle finden sich in großer Zahl ($\sim 10^2$) fadenförmige, gerade, gekrümmte oder gewundene Fäden, die zweifellos als Mitochondrien im klassischen Sinne zu betrachten sind (Fig. 1a). Typische Grana sind daneben höchstens in ganz geringer Zahl zu finden, wenn man auf die zentralen Bezirke der Zelle einstellt (Fig. 1b). Das gilt auch, wenn man Phasenkontrast, Vitalfärbung oder Vitalfluorochromierung als Nachweismittel verwendet.

(II) Im Inneren der Zelle liegen zahlreiche punktförmige Gebilde, die der von BAUTZ und MARQUARDT[2]) gegebenen Beschreibung der „Grana mit Mitochondrienfunktion" entsprechen. Diese Grana finden sich vorzugsweise an den Vakuolengrenzen angeordnet (Fig. 1c). In verfettenden Zellen nehmen sie auch an Größe und Lichtbrechung zu (Fig. 1d). Über ihr weiteres Schicksal im Zusammenhang mit fortschreitender Fettbildung in der Zelle haben wir in unserer früheren Mitteilung berichtet. Typische Mitochondrien sind in solchen Zellen mit keiner Methode nachweisbar. Sie scheinen völlig verschwunden zu sein.

(I) und (II) sind ursprünglich miteinander verbunden. Man findet *nebeneinander* die Grana von (II) und die Mitochondrien von (I). Die letzteren sind allerdings kürzer, dicker und weniger deutlich als beim reinen Typus (I). In färberischer Hinsicht ist den unter (I) und (II) genannten Gebilden die Vitalfärbung mit Janusgrün und die Fluorochromierung mit dem gleichen Farbstoff und mit Berberinsulfat gemeinsam. Die Grana (II) und typische Fetttröpfchen zeigen Fluoreszenzfärbung mit Nilblausulfat. Die NADI-Reaktion bereitet bei den Grana (II) keine Schwierigkeiten. Dagegen zerfallen die Mitochondrien (I) nach kurzer Einwirkung des Reagens, noch ehe es zu einer ausgesprochenen Blaufärbung kommt.

Das Auftreten von Zellen des Typus (I) und (II) ist in gesetzmäßiger Weise von Alter und Ernährung der Kultur abhängig. (I) kann bei *Oospora lactis* besonders gut und lange beobachtet werden, wenn auf biosfreier WÖLTJE-Lösung mit reichlich N (1 bis 2% Asparagin) gezogen wird. Zur Fettbildung kommt es in solchen Kulturen überhaupt nicht. Das

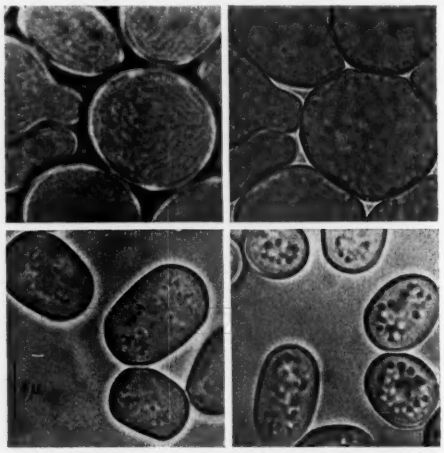


Fig. 1a—d. *Oospora lactis* (Stamm B 14). a N-reich ernährte Zellen, bei hoher Einstellung, zahlreiche fädige Mitochondrien (Typ I). b Dieselben Zellen bei tieferer Einstellung, wenige, winzige Grana. c Zellen mit zahlreichen Grana (Typ II). d Einleitung der Fettbildung durch Vergrößerung der Grana. (Ungefärbte Lebendpräparate, Optik Zeiss-Winkel, Neofluar 100 × Öl, Photookular 9.)

Endstadium der Entwicklung ist durch Bilder nach Art von Fig. 1c gekennzeichnet. Unter Kulturbedingungen, die für Fettbildung günstig sind, z. B. in 5%iger Malzlösung + 2% Zucker, tritt Stadium (I) überhaupt nicht ein. Schon die jüngsten Zellen entsprechen Stadium (II); alsbald setzt kräftige Bildung von Fetttropfen ein. Bei Myzelwachstum des Pilzes in einem Medium mit mittlerem N-Gehalt können von der Scheitelzelle basalwärts alle Übergänge von (I) nach (II) und weiter zur Verfettung der Zelle verfolgt werden. Für die Erklärung der mitgeteilten Befunde scheint es nur zwei Alternativen zu geben:

a) Sowohl die Mitochondrien (I) als auch die Grana (II) sind *Zellorganelle sui generis*. Sie haben nichts miteinander zu tun. Je nach dem Alter und dem Stoffwechselzustand bestimmt entweder (I) oder (II) den Aspekt der Zelle.

b) Mitochondrien (I) und Grana (II) sind Metamorphosen, Zustandsformen *eines und desselben Zellorganells*. Ihr Nacheinander-Auftreten in verschiedenen Alters- und Stoffwechselphasen der Zelle ist durch eine Umwandlung von einem zum anderen Erscheinungstypus zu erklären.

Wir selbst neigen auf Grund unserer Erfahrungen mehr zur Auffassung b. Auch PERNER und PFEFFERKORN[3]) kommen in ihrer letzten Arbeit zur Annahme, daß zwischen dem Lebenszyklus und ihrer physiologischen Leistung und der morphologischen Gestaltung der Chondriosomen Zusammenhänge bestehen.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Pharmakognostisches Institut der Universität Bonn.

MAXIMILIAN STEINER und HILDEGARD HEINEMANN.

Eingegangen am 28. Dezember 1953.

[1]) STEINER, M., u. H. HEINEMANN: Naturwiss. **41**, 40 (1954).
[2]) BAUTZ, E., u. H. MARQUARDT: Naturwiss. **40**, 531 (1953).
[3]) PERNER, E. S., u. G. PFEFFERKORN: Flora [Jena] **140**, 98 (1953).

Atypical anaphase figures in normal myelocytes involved in the formation of various types of leukocyte nuclei.

It has been believed that human leukocytes with stab to multisegmented nuclei are formed by a serial development which progresses from precursor cells always through the same maturation stages[1]). The nuclear transformation, however, is so extensive, even from one phase to another, that it would seem to be beyond the capacity of interphase or resting nuclei. Such transformations would appear to require radical reconstruction. In this study mitotic figures, unlike those found in typical homoplastic division, were frequently observed in myeloid stem cells in normal bone marrow. These atypical figures may be associated with the nuclear transformation.

The bone marrow examined in this study was obtained from a surgically removed rib of a 21 year old male with coarctation of the aorta. The cell counts of blood and bone marrow were within the normal range and no pathological changes were detected. To demonstrate intact mitotic figures, small pieces of fresh bone marrow were rinsed in a

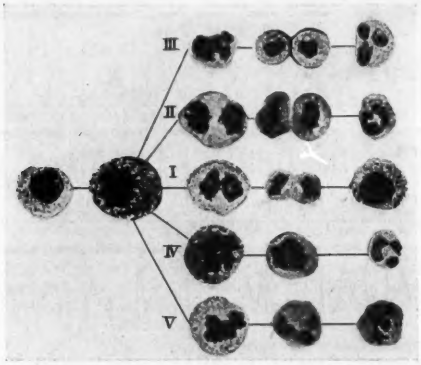


Fig. 1. Photomicrographs of myelocytes in typical, homoplastic (I) and atypical, heteroplastic (II—V) mitosis. Anaphase figures show open ring (II) and three-segmented forms of diploid chromosome groups (III) and three-segmented (IV) and four-segmented (V) forms of tetraploid chromosome groups.

modified KREBS-RINGER solution and the resulting fluid, which suspended the myeloid cells free or in small groups, was used to prepare thin film preparations. The preparations were quickly dried, fixed in one percent solution of chromic acid, fixed in methanol, and stained with GIEMSA, using McJENKINS buffer solution.

A mitotic index of 4 cells in 1000 was found which was low but within the normal range. In seven slide preparations, 260 mitotic figures were observed excluding those in telophase. The cells in mitosis were classified according to their cytoplasmic characteristics as follows: 1. myeloblasts and pronormoblasts, 29; 2. basophilic, polychromatic, and normochromatic normoblasts, 71; 3. promyelocytes and monocytic cells, 35; 4. semimature myelocytes, 71; 5. mature myelocytes, 49. Typical mitotic figures for homoplastic division were found in all groups. Atypical figures were observed exclusively in groups 3, 4 and 5, which are the granulated cells.

Of the 48 anaphase figures found, as many as 20 were atypical. An anaphase figure usually consisted of a pair of divided chromosome groups, one at each division pole. Each group of chromosomes was counted as 0·5. If the group at one pole was normal in appearance and the group at the other pole atypical, they were recorded as 0·5 normal and 0·5 atypical. 14 of the 20 atypical anaphase figures were of the divided type or, in other words, 28 atypical divided chromosome groups were observed. Four of them were found in group 3 and possibly were related to monocytic cells. Of the remaining 24, 18 were present in semimature myelocytes and 6 in mature myelocytes. The remaining 6 of the 20 atypical anaphase figures were of the compound type with all chromosomes organized in one form rather than two divided groups. Of these 6, 2 were observed in semimature myelocytes and 4 in mature myelocytes.

The atypical anaphase figures were classified into two forms, i.e. open ring and segmented. Both forms were observed in the divided type of chromosome groups (Fig. 1). The open ring forms found only in the divided chromosome groups (II) were very frequent, and often appeared as a pair in one dividing cell. The segmented form of the divided chromosome group was produced by the grouping of chromosomes into three parts (III). The compound type of atypical anaphase figures showed only the segmented form. One half of the chromosomes grouped in two parts, which with the other half resulted in 3 segments (IV). In the four segmented forms, each half grouped into two parts, producing four segments altogether (V).

The open ring form of the divided chromosome groups became well pronounced in telophase, demonstrating a stab shape. The segmented form of the divided chromosome group was also observed at the late stage of telophase and was well defined. All of these atypical forms were maintained as resolution of the chromosomes and reconstruction of the nuclei progressed. The cells with the compound type of mitotic figures did not divide. Partial resolution of the chromosomes and even formation of the nucleolus were observed, showing construction of a segmented resting nucleus.

In addition to reduction in volume and change in staining of the cytoplasm, pictures of transitional phases approaching various nuclear forms and also of mixed patterns caused by nonsynchronized processes strongly suggested that the particular shapes of chromosome groupings found in the mitotic granulated leukoblastic cells would be the "Anlagen" of leukocyte nuclei of the corresponding forms. In other words, leukocytes with various forms of nuclei could be produced independently and directly from the granulated leukoblastic cells by heteroplastic mitosis.

Departments of Infectious Diseases and Pathology, School of Medicine, University of California at Los Angeles, and Medical Research Institute, City of Hope Medical Center, Duarte, California.

R. KINOSITA, S. OHNO and J. P. WARD.

Eingegangen am 4. Januar 1954.

[1]) ROHR, K.: Das menschliche Knochenmark, 2. Aufl., S. 124. Stuttgart: Georg Thieme 1949.

Zur rhythmischen Koordination motorischer Einheiten.

Das übliche Elektromyogramm (Elektroden auf der Haut über dem zu untersuchenden Muskel) zeigt bei normalen Versuchspersonen das Interferenzbild zahlreicher asynchron tätiger Muskelelemente. Kommt es aber zu einem zentral bedingten Ausfall motorischer Einheiten, wie bei der spinalen Muskelatrophie, dann wird das Funktionsbild über einem großen Muskelgebiet vereinfacht, und man ist schließlich in der Lage, selbst mit Hautelektroden die Entladung einer einzelnen motorischen Einheit bzw. deren zwei oder drei in einer Abteilung, wohl unterscheidbar, zu registrieren.

Ob die in der Folge kurz besprochenen Phänomene rhythmischer Koordination zwischen motorischen Einheiten im Falle einer spinalen Atrophie auch im Muskelspiel des Normalen gleich verbreitet auftreten, bleibe hier dahingestellt. [Man vgl. die Kontroverse DENNY-BROWN[1])—BUCHTHAL[2]).]

Bei leichter Grundinnervation wird in Fig. 1 zunächst eine einzelne motorische Einheit abgeleitet (Frequenz 22/s). Wird jetzt die Innervation willkürlich etwas erhöht, so tritt eine neue motorische Einheit mit sukzessiv ansteigender Frequenz auf. Dabei können beide Einheiten einen von einander unabhängigen Rhythmus bewahren, wie die Figur zeigt. Diese Art von „Recruitment" ist hinlänglich bekannt [Referenzen s. KUGELBERG und SKOGLUND[3])].

Verfolgt man aber die über einen langen Zeitraum registrierten Einheiten, dann fallen sofort koordinative Faktoren ins Auge:

1. In Fig. 2 (zwei Elektrodenpaare in etwa 1 cm Abstand voneinander) arbeiten die motorischen Einheiten sozusagen auf Lücke. Meist sucht dabei die Einheit mit der höheren Frequenz (niedrigere Voltage), die Einheit niedrigerer Frequenz (höhere Voltage) einzufangen. Jedenfalls pendeln sie sich im Endeffekt eine Zeitlang so ein, daß trotz weitgehender Frequenzänderungen ein Alternieren gewahrt bleibt [Magneteffekt von v. HOLST[4])].

2. In Fig. 3 (Elektroden wie in Fig. 2) fallen beide motorischen Einheiten in ihrer Aktion zusammen. Beim ersten x sind sie noch getrennt und werden beim zweiten x wieder getrennt. Die Synchronie beider Einheiten läßt sich leicht an der höheren Voltage der Entladungen ablesen. Diese Synchronie ist, wenn man den sonst ständigen Frequenzwechsel beider Einheiten in Betracht zieht, gewiß nicht zufällig. Praktisch haben wir dasselbe Koppelungsphänomen wie unter Punkt 1

vor uns, nur daß jetzt die Phasen nicht gegeneinander verschoben sind (Alternieren).

3. Schließlich kann, hier nicht im Bilde wiedergegeben, eine Einheit die andere *vorzeitig* zur Entladung bringen. Dann resultiert eine kompensatorische Pause, wie man sie auch nach vorzeitiger Entladung durch antidromen[5]) und orthodromen[6]) Reiz finden kann. Eine detaillierte Erklärung dieser kompensatorischen Pause wird von ECCLES[7]) gegeben.

Das unter Punkt 1. bis 3. aufgeführte koordinative Wechselspiel fordert ein entsprechendes anatomisches Substrat. In Frage kommen nur die Dendriten der Vorderhornzellen.

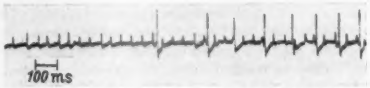


Fig. 1. Eine Ableitung (Hautelektroden) über dem Musc. Abductor pollicis (spinale Muskelatrophie). Bei leichter Grundinnervation tritt eine motorische Einheit mit einer Frequenz von 22/s in Aktion. Nimmt die Willkürinnervation zu, so kommt hier eine zweite motorische Einheit mit ins Spiel, die sich durch eine niedrigere Frequenz und höhere Entladung auszeichnet. Die Rhythmen beider Einheiten sind voneinander unabhängig.

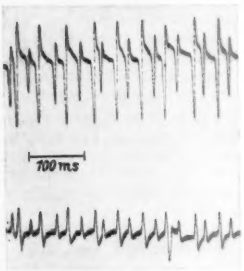


Fig. 2.

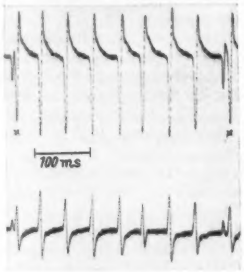


Fig. 3.

Fig. 2. Zwei benachbarte Ableitungen (Hautelektroden) über dem Musc. Abductor pollicis (sinale Muskelatrophie). Mäßige Grundinnervation. Zwei motorische Einheiten, an der unterschiedlichen Höhe der Entladungen kenntlich, alternieren in gleichem Rhythmus.

Fig. 3. Ableitungen, Muskel und Versuchsperson wie in Fig. 2. Zwischen den beiden Kreuzchen unter der ersten Ableitung laufen die Entladungen zweier motorischer Einheiten synchron. Die Entladungen der motorischen Einheiten sind einzeln jeweils kleiner als die sich aus ihnen zusammensetzenden synchronen Entladungen.

Wenn auch eine Rückmeldung von den motorischen Vorderhornzellen zu den organisatorisch höher gelegenen Interneuronen des Rückenmarkes bezweifelt wird[8]), [9]), so ist doch eine „Mitteilung" von einer motorischen Nervenzelle zur anderen zwar äußerst vielgestaltig, aber unumstritten[10]).

Wesentlich an den hier mitgeteilten Befunden ist wohl, daß die von v. HOLST entdeckten Phänomene zentralnervöser Koordination zu ihrer Entstehung keines zentralnervösen Integrationsapparates bedürfen, sondern bereits schon zwischen den Bausteinen der Motorik, den motorischen Einheiten, wirksam sind.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse erscheint in der Zeitschrift für Biologie.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Aus dem Physiologischen Institut (Prof. Dr. R. WAGNER) *und der Nervenklinik (Prof. Dr.* K. KOLLE) *der Universität München.* HANS-JOACHIM HUFSCHMIDT.

Eingegangen am 28. Dezember 1953.

[1]) DENNY-BROWN, D.: Arch. of Neur. **61**, 99 (1949).
[2]) BUCHTHAL, F., u. ANNELIESE MADSEN: Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. **2**, 425 (1950).
[3]) KUGELBERG, E., u. C. R. SKOGLUND: J. of Neurophysiol. **9**, 399 (1946).
[4]) HOLST, E. v.: Pflügers Arch. **237**, 655 (1936).
[5]) ECCLES, J. C., u. H. E. HOFF: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. B **110**, 483 (1932).
[6]) HOFF, E. C., H. E. HOFF u. D. SHEEHAN: J. of Physiol. **83**, 185 (1934).
[7]) ECCLES, J. C.: The Neurophysiological Basis of Mind. Oxford: At The Clarendon Press 1953.
[8]) BROOKS, C. McC., C. B. B. DOWNMAN u. J. C. ECCLES: J. of Neurophysiol. **13**, 9 (1950).
[9]) KOENIG, E.: Pflügers Arch. **256**, 321 (1953).
[10]) RENSHAW, B.: J. of Neurophysiol. **4**, 167 (1941).

Aktivitätsperiodik der Maus im künstlich verkürzten Tag.

Auf Grund der bisherigen Untersuchungen zur tierischen 24-Std-Periodik ist anzunehmen, daß an den tagesperiodischen Vorgängen im Tier eine endogene Komponente beteiligt ist, die durch periodische Außenreize [„Zeitgeber", ASCHOFF[1])] mit dem 24-Std-Tag synchronisiert wird. Es war zu prüfen, ob und wieweit die biologische Periodik einer Frequenzänderung des Zeitgebers zu folgen vermag. Dies geschah durch Verkürzung eines künstlichen 12:12stündigen Licht-Dunkelwechsels um je 30 min in Abständen von 10 bis 15 Tagen. Gemessen wurde die gesamte lokomotorische Aktivität weißer Mäuse in federnden Käfigen mittels mechanischer Gleichrichter [ASCHOFF[2])] bei konstanter Temperatur und Dauerfutterangebot.

Fig. 1 zeigt die Verteilung der Aktivität einer Maus im Kunsttag verschiedener Länge (Ordinate: Zahl der 10-min-Perioden mit Aktivität innerhalb jeweils 3 Std). Vom normalen 24-Std-Tag bis zum 22-Std-Tag verläuft die Aktivitätskurve deutlich zweigipflig; ein Schwerpunkt liegt zu Beginn

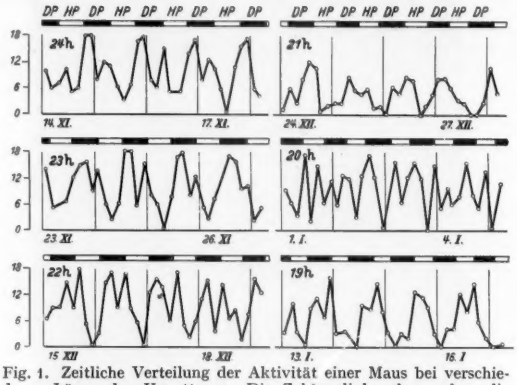


Fig. 1. Zeitliche Verteilung der Aktivität einer Maus bei verschiedener Länge des Kunsttages. Die Zahlen links oben geben die Länge des Kunsttages an (24-Std-Tag bis 19-Std-Tag). Auf der Abszissenachse ist das Datum angegeben. Auf der Ordinatenachse sind aktive 10 min für je 3 Std angegeben.

der Dunkelphase (Abendaktivität), ein zweiter (oft kleinerer) fällt mit dem Anschalten des Lichtes zusammen (Morgenaktivität). Mit der Verkürzung des Kunsttages rückt der Schwerpunkt der Abendaktivität langsam an den der Morgenaktivität heran. Im 21-Std-Tag ist die Periodik offenbar nur noch eingipflig, beide Schwerpunkte scheinen verschmolzen; die Aktivitätsverteilung richtet sich in ihrer Frequenz aber noch klar nach dem Zeitgeber „Licht-Dunkelwechsel". Bei weiterer Verkürzung des Kunsttages auf 20 Std scheint jede Periodik zu verschwinden; sie tritt im 19-Std-Tag wieder hervor, jetzt aber ohne jede Beziehung zur Kunsttagfrequenz.

Zur genaueren Analyse der Vorgänge wurden die Schwerpunkte der Abend- und Morgenaktivität jedes Tages rechnerisch ermittelt. Ihre zeitliche Lage wurde nicht auf den wahren Tag (Ortszeit), sondern auf den jeweiligen Kunsttag bezogen. Setzt man die Dauer eines Kunsttages gleich 100% (= 24 Std bzw. 23 Std usf.), so liegt, wenn man mit der Dunkelphase beginnt, der Schwerpunkt der Abendaktivität bei etwa 10%, der der Morgenaktivität bei 50%. Fig. 2 bringt für drei Tiere die Lage der Schwerpunkte von Morgen- und Abendaktivität. Auf der Ordinatenachse ist die Dauer des Kunsttages mit 100% angegeben, auf der Abszissenachse die Anzahl der jeweiligen Kunsttage, darunter in Abständen das Datum. Bei dieser Darstellung muß die Verbindungslinie einander entsprechender Schwerpunkte solange der Abszissenachse parallel verlaufen, wie die Aktivitätsperiodik sich in ihrer Frequenz dem jeweiligen Kunsttag anschließt. Stellt das Tier eine vom Kunsttag abweichende Periodik ein, so muß die Verbindungslinie der Schwerpunkte gradlinig von der Abszissenrichtung abweichen.

Aus Fig. 2 ist zu entnehmen, daß die Schwerpunkte der Morgenaktivität bis zum 22-Std-Tag mit dem Anschalten des Lichtes zusammenfallen und sich auch bei weiterer Verkürzung des Kunsttages nur geringfügig in die Lichtphase verschieben. Die Schwerpunkte der Abendaktivität dagegen verschieben sich bereits im 23-Std-Tag deutlich in die Dunkelphase; im 21-Std-Tag fallen sie mit der Morgenaktivität nahezu zusammen. Im 20-Std-Tag beginnt die Ablösung der tierischen

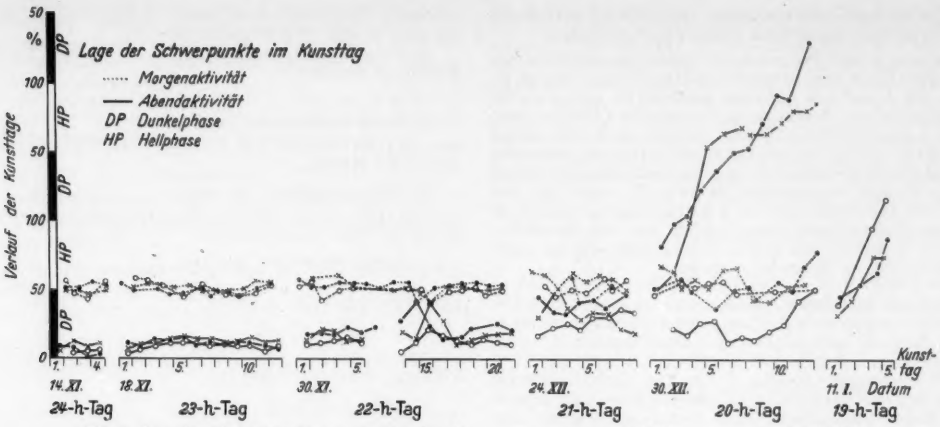


Fig. 2. Lage der Aktivitätsschwerpunkte im Kunsttag. ····· Morgenaktivität; —— Abendaktivität.

Periodik vom Zeitgeber. Nur ein Tier bleibt auch mit der Abendaktivität annähernd 20-Std-periodisch, beginnt aber nach dem 8. Tag, von dieser Frequenz abzuweichen. Im 19-Std-Tag haben sich alle drei Tiere vom Zeitgeber unabhängig gemacht und eine ihnen eigentümliche Frequenz angenommen.

Die Verschiebung der Abendaktivität mit Beginn der Verkürzung des normalen 24-Std-Tages in Richtung auf die Morgenaktivität ist als Resultante zweier Kräfte anzusehen: Der Zeitgeber zwingt dem Tier eine höhere Frequenz auf, das Tier versucht, die 24-Std-Periodik beizubehalten. Nur die Morgenaktivität, die, offenbar stärker exogen bedingt, eine direkte Folge des Lichtanschaltens ist, paßt sich den veränderten Lichtbedingungen nahe an. Bei 10:10stündigem Licht-Dunkelwechsel ist die Grenze für eine Frequenzmodulation der tierischen Periodik erreicht. Weiteren Erhöhungen der Zeitgeberfrequenz vermag die Maus nicht mehr zu folgen; sie macht sich vom Zeitgeber unabhängig und folgt ihrer eigenen Periodik von etwa 23,5 Std Periodendauer.

Physiologisches Institut der Universität Göttingen und Institut für Physiologie im Max-Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg.

BERNHARD TRIBUKAIT.

Eingegangen am 26. November 1953.

[1]) ACHOFF, J.: Naturwiss. **41**, 49 (1954).
[2]) ASCHOFF, J.: Pflügers Arch. **255**, 189 (1952).

Zum Nachweis kugelförmiger Partikeln im Staubniederschlag.

Angeregt durch einen Bericht von W. J. THOMSEN[1]) über die Feststellung meteoritischer Partikeln haben die Unterzeichneten ähnliche Untersuchungen in Angriff genommen. Da unsere bisherigen Ergebnisse neues Licht auf das angeschnittene Problem werfen, soll hier kurz über den gegenwärtigen Stand unserer Untersuchungen berichtet werden.

Wir haben festgestellt, daß sowohl metallische (magnetische) wie auch glasartige Kügelchen bzw. polyedrische Körperchen mit Durchmessern in dem angegebenen Bereich von etwa 2 bis 80 μ und größer im Staubniederschlag vorhanden und wahrscheinlich industriellen Ursprungs sind (Fig. 1).

Auszählungen an von uns ausgelegten Objektträgern ergaben eine Beziehung zwischen der Richtung und Stärke der Luftbewegung und der Zuordnung der aufgefangenen Teilchen zu den in der nächsten Umgebung gelegenen Industriewerken nach ihrer Anzahl, Größe und Art. Die von uns in der Industriestadt Jena festgestellte Falldichte (das ist die Zahl der je Zeiteinheit auf die Einheit einer horizontalen Fläche sich absetzenden Kügelchen) ist das 10^4 bis 10^5fache des von THOMSEN in ländlichen Bezirken gewonnenen Wertes.

Die Aussortierung des kugelförmigen Industriestaubes tritt selbst innerhalb des Stadtgebietes durch Abnahme der maximalen Kugeldurchmesser und der Falldichte deutlich hervor. In den ländlichen Bezirken, etwa 40 bis 50 km von Industriewerken entfernt, gefundene Kugeln hatten in naher Übereinstimmung mit THOMSEN maximale Durchmesser von 90 μ und unterschieden sich durch nichts von den in Jena aufgefangenen Kugeln.

Außer diesen Feststellungen gelang uns noch die künstliche Herstellung von metallischen Kügelchen in der hiesigen Institutswerkstatt auf zweifache Art:

1. Feilspäne gewöhnlichen Gußeisens werden beim Fallen durch die Flamme des Bunsenbrenners in Kügelchen verwandelt (Fig. 2).

2. Der beim Bearbeiten von Eisen und Stahl an einer Schleifscheibe entstehende Eisenstaub (absprühende Funken) enthält zahlreiche Kügelchen der oben angegebenen Dimensionen (Fig. 3).

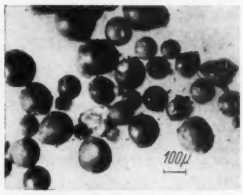


Fig. 1. Aus Industriestaub mittels Magneten aussortierte Kügelchen.

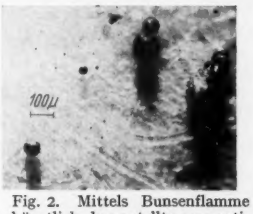


Fig. 2. Mittels Bunsenflamme künstlich hergestellte magnetische Kügelchen.

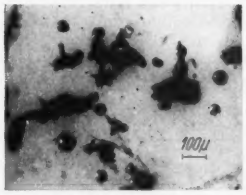


Fig. 3. Beim Schleifen von Eisen aufgefangener Staub mit Kügelchen.

Fig. 4. Beim Schweißen von Eisen entstandene magnetische Kügelchen.

Außerdem stellte sich heraus, daß die beim Schweißen und beim Schneidbrennvorgang wegsprühenden Funken überwiegend kugelförmige Abkühlungsprodukte liefern (Fig. 4).

Die Verbreitung dieser kugelförmigen Partikeln im irdischen Staub wird zweifellos durch die atmosphärische Turbulenz[2]) bewirkt. Es erscheint uns daher zweifelhaft, ob bei der Dichte unserer Industrie im Mitteleuropäischen Raum noch „ländliche Bezirke" existieren, in denen die irdischen Kügelchen eine geringere Falldichte besitzen als die interplanetaren.

Über die endgültigen Ergebnisse unserer Untersuchungen, die noch fortgesetzt werden, wird nach Abschluß der Arbeiten ausführlich berichtet.

Universitäts-Sternwarte und Astrophysikalisches Institut, Jena.

J. HOPPE und H. ZIMMERMANN.

Eingegangen am 7. Januar 1954.

[1]) THOMSEN, W. J.: Annual Deposit of Meteoritic Dust, Sky u. Teleskope **12**, 147 (1953).
[2]) WELLMANN, P.: Z. Astrophysik **28**, 313 (1951).

Vorgänge bei thermischer Behandlung und plastischer Deformation in an Eisen übersättigten Kupfer-Eisen-Legierungen.

KNAPPWOST und BOCKSTIEGEL[1]) haben an eisenübersättigten Kupfer-Eisen-Mischkristallen wichtige Beobachtungen gemacht, die sie mit dem Auftreten zweier Arten von „Cumuli" (Anhäufungen von Eisenatomen in gewissen Gitterbezirken) deuten. Herr Professor Dr. KNAPPWOST teilt mir soeben brieflich mit, daß im Anschluß an seinen Vortrag im September 1953 auf der Hauptversammmlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde die mögliche Deutung der einen Art von Cumuli als Ausscheidungen von γ-Eisen diskutiert worden ist und daß darüberhinaus diese Deutung von ihm inzwischen in einem experimentum crucis sichergestellt worden ist[2]). Dazu möchten wir folgendes mitteilen:

Auf Grund von in unserem Institut durchgeführten magnetischen Messungen (quantitative Bestimmung ferromagnetisch ausgeschiedener Gefügebestandteile aus der Feldabhängigkeit der Suszeptibilität) und dem Vergleich zu Widerstandsmessungen konnte die ursprünglich bereits von C. S. SMITH[3]) stammende Ansicht in der Tat weiter unterbaut werden, daß im Gegensatz zu der früheren Meinung[4]) kupferreiche Kupfer-Eisen-Mischkristalle keineswegs ungewöhnlich stark zu Übersättigungen neigen, sondern daß bei höheren Temperaturen sich das Eisen in der thermodynamisch instabilen, unmagnetischen γ-Form ausscheidet (wahrscheinlich mit dem kubisch-flächenzentrierten Mischkristallgitter kohärent). Plastische Deformation erzwingt die unterdrückte Umwandlung in das stabile ferromagnetische α-Gitter.

Mit Hilfe der angedeuteten Anschauung läßt sich eine große Anzahl von Beobachtungen an eisenhaltigem Kupfer deuten. In Übereinstimmung mit der Mitteilung des Herrn Professor Dr. KNAPPWOST halten wir sie deshalb für ziemlich gesichert. Eine ausführliche Darstellung unserer Ergebnisse wird demnächst in der Zeitschrift für Metallkunde veröffentlicht werden.

Mitteilung aus dem Institut für Allgemeine Metallkunde in Göttingen.

HARTMUT WIEDERSICH.

Eingegangen am 27. Januar 1954.

[1]) KNAPPWOST, A., u. G. E. BOCKSTIEGEL: Z. Elektrochem. **56**, 840 (1952); **57**, 700 (1953).
[2]) KNAPPWOST, A.: Z. Elektrochem. **58** (1954).
[3]) SMITH, C. S.: Physical Rev. **57**, 337 (1940).
[4]) Zum Beispiel KUSSMANN, A., u. H. J. SEEMANN: Z. Physik **77**, 567 (1932).

RAMAN-Spektren einiger Schwefel-Stickstoff-Verbindungen.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen über die S—O- und S—N-Bindung wurden die Spektren von K-Imidodisulfonat (1), K-Amidosulfonat (2), Amidosulfonsäure (3), Sulfamid (4) und Amm.-Trisulfimid (5) in wäßriger Lösung aufgenommen (Fig. 1).

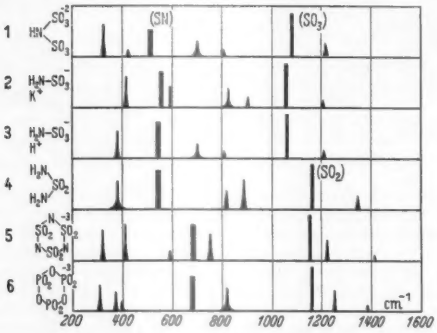


Fig. 1. Schwefel—Stickstoff-Verbindungen (ohne N—H-Frequenzen).

Die Aufnahme Nr. 3 stellt eine Wiederholung der unter[1]) mitgeteilten, jedoch zu anderer Deutung führenden dar. Die Linien um 550 in den Spektren 2, 3 und 4 sowie 500 in 1 werden jener Schwingung zugeschrieben, welche hauptsächlich die (S·N)-Valenzkraft beansprucht. Die Frequenz um 1060 wird der Schwingung ω_s (SO_3) zugeordnet, sie kommt in 4 und 5 als ω_s (SO_2) entsprechend erhöht.

Der Vergleich der Spektren des Trisulfimidions mit dem des Trimetaphosphats (5 und 6) läßt den Schluß einer weitgehenden Übereinstimmung beider Körper sowohl im Bau als auch in den Kräfteverhältnissen zu.

Diskussion und Einzelheiten sind einer späteren Veröffentlichung zu entnehmen.

Zahlenwerte.

1. K-Imidodisulfonat, ges. Lsg.

$\omega = 323\ (3d)$; $428\ (\frac{1}{2}d)$; $509\ (2b)$; $704\ (1sd)$; $803\ (\frac{1}{2}d)$; $1082\ (4)$; $1218\ (1d)$; $3446\ (2)$.

2. K-Amidosulfonat, ges. Lsg.

$\omega = 414\ (5d)$; $560\ (6)$; $589\ (3)$; $828\ (3sd)$; $905\ (2d)$; $1059\ (10)$; $1202\ (1d)$; $3445\ (3d)$; $3485\ (3d)$.

3. Amidosulfonsäure, ges. Lsg.

$\omega = 382\ (4d)$; $545\ (6b)$; $703\ (2sd)$; $809\ (1sd)$; $1063\ (10)$; $1206\ (1d)$; $3383\ (3d)$; $3430\ (3d)$.

4. Sulfamid, ges. Lsg.

$\omega = 379\ (5sd)$; $545\ (8b)$; $818\ (3d)$; $882\ (5d)$; $1163\ (10)$; $1350\ (2d)$; $3400\ (3d)$; $3455\ (3d)$.

5. Amm.-Trisulfimid, ges. Lsg.

$\omega = 318\ (6d)$; $408\ (7d)$; $594\ (1d)$; $673\ (7b)$; $745\ (4d)$; $1150\ (10)$; $1216\ (3d)$; $1407\ (0d)$.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind wir für die Überlassung von Geräten, Herrn Professor MEUWSEN für die Bereitstellung der untersuchten Präparate zu bestem Dank verpflichtet.

Institut für Anorganische Chemie der Universität Erlangen.

HANS JOACHIM HOFMANN und K. R. ANDRESS.

Eingegangen am 22. Dezember 1953.

[1]) ANGUS, W. R., A. H. LECKIE u. T. I. WILLIAMS: Trans. Farady Soc. **34**, 793 (1938).

RAMAN-Spektren von Metaphosphaten.

In bisherigen Arbeiten[1]),[2]),[3]) über RAMAN-Spektren von Metaphosphat werden Ergebnisse mitgeteilt und diskutiert ohne Angabe der Art des betreffenden Metaphosphats oder

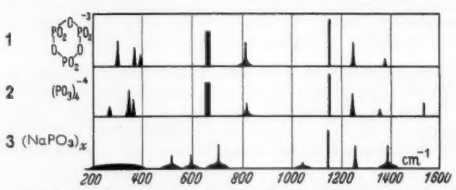


Fig. 1. *1* Trimetaphosphat; *2* Tetrametaphosphat; *3* GRAHAMsches Salz.

dessen Darstellungsweise. Im Hinblick auf die Vielzahl der existierenden, strukturverschiedenen Metaphosphate, sind solche Mitteilungen von nicht sehr hohem Wert für eine

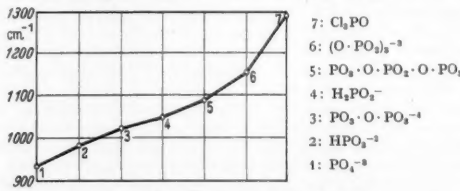


Fig. 2. 1 bis 7 Übergang ω_s $PO_4 \rightarrow PO$.

Diskussion dieser Spektren, zumal meist ein Körper PO_3^{-1} und HPO_3 beschrieben wird, mit der Symmetrie C_{3v} bzw. C_{2v}.

Im Verlauf unserer Untersuchungen über Metaphosphate haben wir bisher zwei gut definierte Körper aufgenommen, die der Untersuchung in wäßriger Lösung zugänglich sind: Trimeta- und Tetrametaphosphat, außerdem GRAHAMsches Salz (Fig. 1, Nr. 1—3).

Die Zuordnung der Hauptfrequenz 1154 zu ω_s (PO_2) ergibt sich aus dem Übergang der Frequenz ω_s von (PO_4) nach (PO) (Fig. 2) vorwiegend durch die Symmetrieänderung dieser Schwingung, als einfache Folge der Struktur; in 3 und 5 (Fig. 2) auch aus zusätzlicher Erhöhung der Frequenz durch Aggregation zu Polyverbindungen mit Sauerstoffbrücke[4]). Die Frequenz 1244 ist der asymmetrischen (PO_2)-Schwingung zuzuschreiben.

Die Linien bei 660 (Fig. 1, 1 und 2) ordnen wir einer totalsymmetrischen Schwingung der Ringsauerstoffatome zu. Einer weiteren totalsymmetrischen Schwingung (der PO_2-Gruppen zueinander) dürfte jeweils eine der drei tiefsten Frequenzen angehören.

Im GRAHAMschen Salz kommen alle Frequenzen außer ω_s und ω_{as} (PO_2) erwartungsgemäß ziemlich diffus, eher mit dem Charakter schmaler Banden und lagenverändert.

Zahlenwerte.

Na-Trimetaphosphat, $Na_3(PO_3)_3$, ges. Lsg. [Darst. bei [5]].
$\omega = 301$ (3*d*); 372 (2*d*); 398 (1*d*); 663 (5*b*); 819 (2*sd*); 1154 (8); 1244 (3*d*); 1369 (0*d*).

Na-Tetrametaphosphat, $Na_4(PO_3)_4$, ges. Lsg. [Darst. bei [6]].
$\omega = 268$ ($\frac{1}{2}$*d*); 347 (3*d*); 360 (2*d*); 661 (5*b*); 820 (1*sd*); 1154 (8); 1244 (3*d*); 1352 (0*d*); 1531 (1 ?).

$Na_5P_3O_{10}$, 20%ige Lösung [Darst bei [7]].
$\omega = 335$ (1*d*); 705 (2); 971 (6); 1020 (3); 1091 (6); 1156 (2); 1259 (0).

GRAHAMsches Salz, $(NaPO_3)_x$, [Darst. bei [7]], 8%ige Lsg.
$\omega = 512$ (1*ssd*); 594 (1*ssd*); 698 (3*ssd*); 1034 (0*ssd*); 1149 (6); 1255 (3*d*); 1387 (3*ssd*); außerdem schwache, undefinierte Banden im Gebiet von 200 bis 400 cm^{-1}.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind wir für die Überlassung von Geräten zu bestem Dank verpflichtet.

Institut für Anorganische Chemie der Universität Erlangen.
HANS JOACHIM HOFMANN und K. R. ANDRESS.

Eingegangen am 22. Dezember 1953.

[1]) GHOSH, I. C., u. S. R. DAS: J. Physic. Chem. **36**, 586 (1932).
[2]) HANWICK, T. J., u. P. HOFFMANN: J. Chem. Physics **17**, 1166 (1949).
[3]) HANWICK, T. J., u. P. HOFFMANN: J. Chem. Physics **19**, 708 (1951).
[4]) SIMON, A.: Z. angew. Chem. **51**, 814 (1938).
[5]) KNORRE, G. v.: Z. anorg. allg. Chem. **24**, 379 (1900).
[6]) GEHRING, W.: Z. anorg. allg. Chem. **260**, 333 (1949).
[7]) ANDRESS, K. R., u. K. WÜST: Z. anorg. allg. Chem. **237**, 125 (1938). — Ber. dtsch. chem. Ges. **73** (I), 486 (1940).

Ionengehalt und Eigenschaften von Protaminkomponenten.

Zu unseren Untersuchungen am Protamin gewinnen wir dieses nach zwei Darstellungsverfahren: 1. Dem Methylesterverfahren[1]) und 2. dem Salzverfahren[2]). Hierzu war es nun sehr wichtig zu wissen, ob das zweite Verfahren gegenüber dem ersten keinen zusätzlichen Salzgehalt aufweist. Ausführliche Untersuchungen hierüber zeigten, daß bei beiden Methoden bei gleichem p_H stets gleichbleibende Mengen Salz gebunden werden. Es ist allerdings bei der Darstellung nach dem Salzverfahren darauf zu achten, daß das bei der Fällung zunächst feinverteilte Protaminöl als zusammenhängende Phase abgetrennt wird. Das Protamin löst dann physikalisch kein Salz in nennbarem Umfang, vielmehr ist nach unseren bisherigen Ergebnissen alles Salz in stöchiometrischem Verhältnis an das Protamin gebunden. Die gebundene Salzionenart wechselt dabei mit dem Darstellungsverfahren. Hinsichtlich der Ionenbindung zeigt nämlich das Protamin aus der Methylesterdarstellung genau das gleiche Verhalten wie das aus der Salzdarstellung.

Die gebundene Ionenart erweist sich als austauschbar. Behandelt man gelöstes Protamin mit salzsäurehaltigem Aceton, so fällt das Protamin aus, ohne noch Na^+ zu enthalten. Dieses ist vielmehr nun im Überstand nachweisbar. Löst man das ausgefallene Protamin wieder und neutralisiert, so nimmt es wieder so viel Kationen auf, als dem ursprünglichen Gehalt an negativen Äquivalenten entspricht. Wir halten es für möglich, daß sich die Austauschbarkeit nicht nur auf Salzkationen erstreckt, sondern auch auf Ammoniumbasen oder sogar Aminosäuren. Aus dem Protamin läßt sich mit salzsaurem Aceton auch ein gelber Farbstoff extrahieren, der sich als Eisenkomplex erweist. Durch Zufuhr von Eisenionen bei der Darstellung steigt der Farbstoffgehalt an.

Die Uneinheitlichkeit des Protamins[3]) konnte durch weitere Untersuchungen näher bestimmt werden. Durch Ionenaustauschchromatographie, Verteilungschromatographie an der Kieselgursäure, Gegenstromverteilung und Dialysierversuche werden zwei Komponentengruppen erhalten, wobei jede für sich aus mehreren Einzelkomponenten besteht. In allen Untersuchungen ist das Verhältnis beider Komponentengruppen — bezogen auf den Stickstoffgehalt — mit 60:40 annähernd konstant. Die Komponentengruppe I besitzt gegenüber der Komponentengruppe II stark hydrophile Eigenschaften, läßt sich verteilungschromatographisch mit normalen Puffersystemen eluieren, kann am Ionenaustauscher mit neutralem Puffer mäßiger Ionenstärke eluiert werden und dialysiert nicht durch alle Dialysierschläuche. Auf Grund dieser Ergebnisse, die a. a. O. noch ausführlich diskutiert werden, sowie der Tatsache, daß das Verhältnis von 220 mμ Extinktion (Absorptionsmaximum der Peptidbindung) und Stickstoffgehalt bei Komponentengruppe I wesentlich höher ist als bei Komponentengruppe II, glauben wir, daß die Komponenten der Gruppe I ein höheres Molekulargewicht aufweisen als die Komponenten der Gruppe II.

Die Arbeit wurde ausgeführt mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Institut für Vegetative Physiologie der Universität Frankfurt a. M. RUDOLF K. ZAHN und WALTER STAMM.

Eingegangen am 2. Februar 1954.

[1]) RAUEN, H. M., W. STAMM u. K. FELIX: Z. physiol. Chem. **291**, 275 (1952).
[2]) Hierüber wird a. a. O. noch berichtet werden.
[3]) RAUEN, H. M., W. STAMM u. K. FELIX: Z. physiol. Chem. **292**, 101 (1953).

Beobachtungen über den Austritt von Chromatin ins Plasma bei der Keimzellenreifung eines Nematoden.

Im Laufe von Untersuchungen über das Zustandekommen der Sammelchromosomen in den Keimzellen von Nematoden

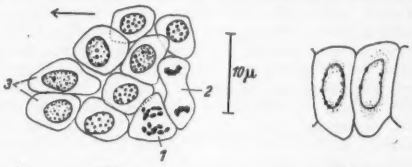


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Ausschnitt aus dem Ende des Ovarialschlauches. *1* Die 16 Chromosomen nach der Aneinanderreihung zu vier Sammelchromosomen. *2* Oozytenteilung. *3* Zerbröckelung des Chromatins innerhalb des Kernes.

Fig. 2. Auswanderung des zerbröckelten Chromatins und seine „Zerstäubung" im Plasma.

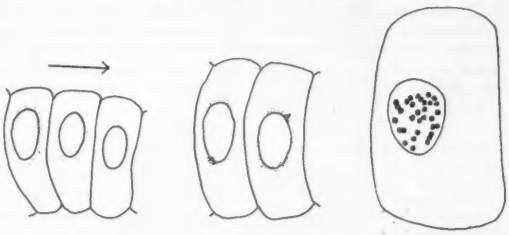


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 3. Allmähliches Verschwinden der FEULGEN-Reaktion.

Fig. 4. Verdichtung des wiedererscheinenden Chromatins außerhalb der Kernmembran und seine Wiedereinwanderung.

Fig. 5. Oktoploide Oozyte kurz vor den Reifeteilungen.

Fixiert nach SANFELICE, FEULGEN-Reaktion. Nukleolus nicht angefärbt. Der Pfeil gibt jeweils die Schubrichtung der Eier im Ovarialschlauch an.

beobachtete ich bei *Rhabditis anomala* P. HERTWIG einen Austritt von chromatischer Substanz ins Plasma, und zwar bei heranwachsenden Oozyten erster Ordnung.

Die vier tetraploiden Chromosomen, die sich aus je vier perlschnurartig hintereinandergereihten Einzelchromosomen zusammensetzen (Fig. 1), zerfallen nach der letzten Teilung der jungen Oozyte in ihre 16 Einzelelemente, die in den Eiern jüngerer bzw. kleinerer Tiere während des Oozytenwachstums bis zu den Reifeteilungen unverändert im Kern sichtbar bleiben. Bei größeren, älteren oder besser genährten Tieren macht das Chromatin, offenbar infolge des intensiveren Wachstums der Oozyten, merkwürdige Veränderungen durch. Die 16 Einzelchromosomen zerbröckeln innerhalb des Kernes und wandern durch die Kernmembran in das Plasma aus (Fig. 2). Die ausgetretenen Chromatinbrocken bleiben in der Nähe der Kernmembran zunächst noch FEULGEN-positiv, zerfallen

dann aber im Plasma in winzige Partikelchen, so daß man von einer „Chromatinzerstäubung" sprechen könnte. Die FEULGEN-Reaktion wird dabei allmählich negativ, und nach der erfolgten Zerstäubung lassen sich Kern und Plasma vorübergehend überhaupt nicht anfärben (Fig. 3). Ob zu dieser Zeit in der Zelle noch Desoxyribosenukleinsäure vorhanden ist, wird sich bei der weiteren Untersuchung zeigen. Wenig später läuft jedenfalls der umgekehrte Vorgang ab: Im Plasma tritt um den Kern herum bei der FEULGEN-Reaktion zunächst eine diffuse Rotfärbung auf; die DNS verdichtet sich dann, noch außerhalb des Kernes, zu kleinen Bröckchen (Fig. 4), die nun in den Kern einwandern und hier wieder zu Chromosomen werden. Der so entstehende Chromosomensatz ist in der Regel 2 bis 3mal so groß (8 bis 16-ploid) wie vorher (Fig. 5).

Die DNS wandelt sich bei der Chromatinzerstäubung wahrscheinlich in Ribosenukleinsäure um, die im Plasma der heranwachsenden Keimzellen in großen Mengen auftritt.

Über die Bedeutung dieser sonderbaren und bisher noch nirgends beobachteten Wanderung der chromatischen Substanz aus dem Kern ins Plasma und zurück kann ich vorerst nichts aussagen. Eine ausführliche Darstellung der Befunde erfolgt in Kürze an anderer Stelle.

Zoologisches Institut der Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloß. ARMIN WESSING.

Eingegangen am 7. Januar 1954.

Analgetika und „protektives" System.

Es ist unzweifelhaft, daß der Schmerz in allen seinen Teilfunktionen (unbewußte Schmerzreaktion, Schmerzaffekt und gefühltes Schmerzerlebnis) eine lebensnotwendige Schutz- und Warnvorrichtung darstellt. Ebenso ist die schmerzdämpfende Wirkung des Morphins und der wirkungsverwandten synthetischen Verbindungen allgemein bekannt. Die nähere Beschäftigung mit dem gesamten Wirkungsbild dieser morphinähnlich wirkenden Analgetika (mo. ä. A.) hat uns nun zur Erkenntnis geführt, daß der Schmerz nur eine Teilfunktion eines umfassenden Sicherungssystems des Organismus ist, das man als „protektives" System bezeichnen und auf Grund seiner Funktion sowie seiner pharmakodynamischen Beeinflußbarkeit von den übrigen vegetativen Regulationen und dem epikritischen System der Sinnesorgane abgrenzen kann.

Charakteristisch für dieses protektive System ist, daß seine verschiedenen Teilfunktionen durch Reize ausgelöst werden, die bei größerer Intensität für den Organismus schädlich sind (nocizeptive bzw. protopathische Reize) und beim Menschen in die „psychische" Sphäre des „Erlebens" übergreifen. Alle diese Teilfunktionen werden durch die mo. ä. A. parallel zu deren analgetischer Wirkungsstärke gehemmt. In der beifolgenden Tabelle 1 ist schematisch eine Reihe dieser Teilfunktionen des protektiven Systems mit den auslösenden Reizen und den zugehörigen bewußt erlebten psychischen Korrelaten angegeben.

Tabelle 1. „*Protektives System*".

Durch mo. ä. A. beeinflußte Teilfunktion	Auslösender Reiz	Automatische Regulation	Psychisches Korrelat
Schmerz	Zellschädigung	Abwehrreflex Affekt	erlebtes Schmerzgefühl
Atmung	CO_2-Überladung bzw. p_H-Verschiebung	Atmungssteigerung	„Atemnot" Erstickungsgefahr
Husten	Fremdkörper	Hustenreflex	Kitzelgefühl
Kreislaufregulation	Überlastung des Herzens	BEZOLD-JARISCH-Effekt Carotis-Sinus-Reflex	„Herzklopfen" Herzangst Todesangst
Magen	Blutzucker- bzw. Glykogenmangel	Saftfluß Motilität	Hunger
Darm	Füllung Path. Reize	Peristaltik	Stuhldrang
Körpertemperatur	Hitze, Kälte	Wärmeregulation	Schüttelfrost

Die in der ersten Spalte der Tabelle 1 angeführten Funktionen lassen anscheinend keinen inneren Zusammenhang erkennen. Sie sind aber doch durch ihre protektive Funktion und ihre Beeinflußbarkeit durch die mo. ä. A. zusammengehörig: Der Schmerz warnt und schützt gegenüber zellschädigenden Reizen, die Atmung schützt vor einer lebensdrohenden Verschiebung der Reaktion unserer Körpersäfte, gewisse Kreislaufreaktionen treten ein, wenn das Herz die Grenzen seiner Anpassungs- und Leistungsfähigkeit erreicht hat, der Husten sorgt für die Freihaltung der oberen Luftwege, die Darmperistaltik für die Entfernung überflüssiger oder schädlicher Stoffe usw. Jeder dieser an sich automatischen Schutzfunktionen ist ein in der letzten Spalte angeführtes, bewußt erlebtes Gefühl zugeordnet, und alle diese Schutzfunktionen werden durch die mo. ä. A. wirkungsparallel gehemmt.

Die analgetische Wirkung der mo. ä. A. ist daher nur eine, allerdings therapeutisch besonders häufig gebrauchte Teilwirkung dieser Pharmaka, die man mit einem umfassenderen Ausdruck als „Antiprotektiva" bezeichnen könnte. Die anderen antiprotektiven Wirkungen, die man bei der klinischen Anwendung als — manchmal unerwünschte — „Nebenwirkungen" bezeichnet, sind daher im pharmakodynamischen Sinne keine Nebenwirkungen, da sie untrennbar zum gesamten Wirkungsbild der mo. ä. A. gehören.

Es ist für die therapeutische Anwendung besonders wichtig, daß die bewußt erlebten Warnsignale des protektiven Systems (z. B. das Schmerzerlebnis, die Atemnot, die Herzangst) gegenüber den mo. ä. A. wesentlich empfindlicher sind und daher durch viel kleinere Dosen gehemmt werden als seine unbewußte Automatik.

Als pharmakologisches „Reagens" spielen die mo. ä. A. bezüglich der afferenten Bahnen des protektiven Systems die gleiche Rolle wie die „nikotinähnlich" wirkenden Verbindungen bezüglich der Synapsen efferenter Bahnen des vegetativen Nervensystems. Das ganze epikritische System unserer Sinnesorgane wird durch die mo. ä. A. direkt in spezifischer Weise ebenso wenig beeinflußt wie die Automatik des vegetativen Nervensystems.

Eine pathologische Überfunktion des protektiven Systems, für die organische Ursachen objektiv meist nicht nachzuweisen sind, wird sich entsprechend der unlustbetonten erlebnismäßigen Gefühle seiner Erregung schon bei normaler Belastung in einer angstgefärbten dysphorischen seelischen Spannung äußern. Bei den an einer solchen Überfunktion des protektiven Systems Leidenden wird durch die dämpfende Wirkung der mo. ä. A. auf das protektive System diese quälende Dysphorie beseitigt. Dadurch entsteht bei diesen Kranken als Kontrastempfindung das Gefühl einer Euphorie, das nur zu leicht zum hemmungslosen Mißbrauch dieser Pharmaka verleitet.

Eine Verabreichung größerer Dosen der mo. ä. A. durch längere Zeit führt — auch bei anfänglich normaler Tonuslage des protektiven Systems — zu einer kompensatorischen Überfunktion desselben, die nach Absetzen — d. h. nach Aufhören der dämpfenden Wirkung dieser Pharmaka — in den „Abstinenzerscheinungen" zutage tritt. Bei vorher normaler Tonuslage des protektiven Systems wird diese nach dem Absetzen der Präparate und dem Abklingen der Abstinenzerscheinungen wieder hergestellt und die künstlich hervorgerufene Bindung an das Mittel gelöst. Bei einer von vorneherein bestehenden Hyperfunktion des protektiven Systems wird dagegen nach dem Absetzen des Präparates und dem Abklingen der Abstinenzerscheinungen die frühere quälende dysphorische seelische Spannung wiederkehren und von neuem zum Gebrauch des „Suchtgiftes" — oder eines anderen „Betäubungsmittels" — treiben. Eine einfache „Entwöhnung" wird bei diesen an einer Überfunktion des protektiven Systems Leidenden daher nicht zur dauernden Befreiung vom Suchtgift führen, was durch die Erfahrungen mit solchen Suchtkranken bestätigt wird.

Vielleicht könnte diese Betrachtungsweise einen kleinen Beitrag zu dem noch immer nicht befriedigend gelösten Problem der „Süchtigkeit" bringen.

Pharmakognostisches Institut der Universität Innsbruck.

Eingegangen am 4. Januar 1954. O. SCHAUMANN.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

NEUES SP.600

SPEKTRALPHOTOMETER

Niedrige Anschaffungskosten,
Hohe Messgenauigkeit,
Robuste Bauweise und einfachste Bedienung,
Vakuumphotozellen.

Diese Neuentwicklung von UNICAM setzt nunmehr auch mittlere und kleine analytische Laboratorien in die Lage, alle Vorteile moderner spektroskopischer Arbeitsmethoden anzuwenden. Die hohe Auflösung des Littrow-Glas-Monochromators ermöglicht die genaue Einstellung jeder beliebigen Wellenlänge der Messtrahlung in dem Spektralbereich von 3600 Å bis 10000 Å bei geringster Bandbreite und beseitigt somit die Schwachen und Nachteile der bisher gebräuchlichen Filtergeräte. Die Messergebnisse können wahlweise in % Durchlässigkeit oder Extinktion abgelesen werden. Die Stromversorgung erfolgt aus einem 12 Volt-Akkumulator oder aus dem Lichtnetz.

UNICAM

UNICAM INSTRUMENTS (CAMBRIDGE) LTD · ARBURY WORKS · CAMBRIDGE · ENGLAND

Fordern Sie alle weiteren Einzelheiten sowie die Anschriften unserer Vertreter in Deutschland an

Distributor für Deutschland: Joberg Ltd., Balfour House, 119-125 Finsbury Pavement, London, E.C.2, England

G/2

Lewatit

vielseitig verwendbare Anionen- und Kationen-Austauscher jetzt auch für Laboratoriumszwecke in kleinen Mengen erhältlich

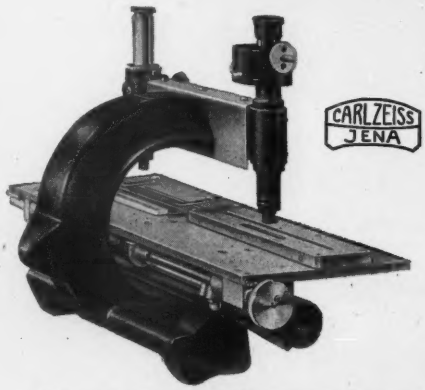
Gleichmäßig feine Körnung
hohe Kapazität

Anwendungsvorschriften können angefordert werden

BAYER

»Bayer«
Leverkusen

Verkauf durch:
Serumvertrieb Marburg G. m. b. H.
Marburg/Lahn, Postfach 246
Verkaufsbüros und Auslieferungsläger



Genaueste Ausmessung von Spektrenplatten und sonstige Abstands- bzw. Längenmessungen an Platten und Teilungen bis zu 20 cm Länge schnell und zuverlässig mit dem seit Jahrzehnten bewährten

ZEISS

ABBE-KOMPARATOR

Ablesegenauigkeit direkt: 0,001 mm
Schätzung: 0,0001 mm

Anfragen unter 32/L „AKOM" erbeten

VEB CARL ZEISS JENA

Hoppe-Seyler / Thierfelder

Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse

Für Ärzte, Biologen und Chemiker.

Zehnte Auflage. Herausgegeben von Professor Dr. Dr. **K. Lang**, Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Mainz, und Professor Dr. **E. Lehnartz**, Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Münster i. W., unter Mitarbeit von Privatdozent Dr. Günther Siebert, Mainz.

In fünf Bänden.

Erster Band: Allgemeine Untersuchungsmethoden, I. Teil

Mit 502 Abbildungen. XII, 762 Seiten. 1953. Moleskin DM 185.—
Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches Subskriptionspreis Moleskin DM 148.—

Inhaltsübersicht: **Untersuchung von Krystallen mit dem Polarisationsmikroskop.** Von A. Rittmann, Alexandria, und B. Flaschenträger, Alexandria. — **Mikromethodik.** Von H. Lieb, Graz, und W. Schöniger, Graz. — **Elektrophorese.** Von E. Wiedemann, Basel. — **Die Ultrazentrifuge.** Von E. Hellman, Uppsala/Schweden. — **Chromatographie.** Von H. M. Rauen, Frankfurt a. M. — **Die Gegenstromverteilung.** Von H. M. Rauen, Frankfurt a. M., und W. Stamm, Frankfurt a. M. — **Mikromethoden zur Kennzeichnung organischer Stoffe und Stoffgemische.** Von L. Kofler †, Innsbruck. — **Absorption und Emission von Strahlung.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Nephelometrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Refraktometrie und Interferometrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Polarimetrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Elektrische Leitfähigkeit.** Von G. Schmid, Köln. — **Wasserstoffionenkonzentration.** Von F. Ender, Heidelberg. — **Colorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration.** Von W. Esselborn, Darmstadt. — **Redoxpotentiale.** Von F. Ender, Heidelberg. — Namen- und Sachverzeichnis.

Fünfter Band: Untersuchung der Organe, Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen

Mit 44 Abbildungen. IX, 938 Seiten. 1953. Moleskin DM 168.—
Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches Subskriptionspreis Moleskin DM 134.40

Inhaltsübersicht: **Untersuchung der Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen:** Blut, Harn. Von K. Hinsberg, Düsseldorf. Liquor cerebrospinalis. Pathologische Flüssigkeitsansammlungen. Von K. Hinsberg und W. Geinitz, Düsseldorf. Speichel, Sputum. Von K. Hinsberg und G. Schmid, Düsseldorf. Magensaft und Mageninhalt. Darmsaft. Pankreassaft. Galle. Von K. Hinsberg und F. Bruns, Düsseldorf. Faeces. Von K. Hinsberg, Düsseldorf, H. D. Cremer, Mainz, und G. Schmid, Düsseldorf. Konkremente. Von K. Hinsberg und W. Geinitz, Düsseldorf. — **Untersuchung der Organe:** Von H. D. Cremer, Mainz, und J. Führ, Hamburg. Allgemeines und Normalwerte. Die einzelnen Organe: Leber. Niere und Harnorgane. Milz und lymphatische Gewebe. Lunge. Magen und Darm. Zentralnervensystem und periphere Nerven. Muskel, Herz und Uterus. Auge. Sexualorgane und Fortpflanzung. Haut, Hautsekrete, Haare und Hornsubstanzen. Bindegewebe, Fettgewebe und Gefäße. Knochen, Knochenmark, Knorpel, Gelenke und Gelenkflüssigkeit. Zähne. Innersekretorische Drüsen (ausschließlich Hormone): Hypophyse. Schilddrüse. Nebenschilddrüsen. Thymusdrüse. Nebennieren. Pankreas. Drüsen ohne endokrine Funktion; Speicheldrüsen. Brustdrüse. Bürzeldrüse. Tränendrüse und Tränen. — **Untersuchung der Milch.** Von W. Diemair, Frankfurt a. M. — **Untersuchung von Tumoren.** Von C. Dittmar, Frankfurt a. M. — **Nachweis wichtiger Arzneimittel und Gifte.** Von K. Gemeinhardt †, Berlin. — Namen- und Sachverzeichnis.

Ferner sind in Vorbereitung:

Zweiter Band: **Allgemeine Untersuchungsmethoden,** 2. Teil.

Dritter Band: **Bausteine des Tierkörpers,** 1. Teil.

Vierter Band: **Bausteine des Tierkörpers,** 2. Teil.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt ein Prospekt bei vom Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.